

Masterstudiengang

# Berufspädagogik Technik

Modulhandbuch

SS 2020

WS 2019/2020

Prüfungsordnungsversion: 2018w

Modulhandbuch generiert aus *UnivIS*  
Stand: 08.04.2020 11:32



# Berufspädagogik Technik (Master of Education)

SS 2020, WS 2019/2020; Prüfungsordnungsversion: 2018w

## Gesamtkonto

### Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft

#### Advanced Topics in Information Theory

##### Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer

- Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer, 2.5 ECTS, Frank Ohnhäuser, SS 2020 23

##### Analoge elektronische Systeme

- Analoge elektronische Systeme, 5 ECTS, Robert Weigel, Torsten Reißland, WS 2019/2020 25

##### Angewandte Elektromagnetische Verträglichkeit

- Angewandte Elektromagnetische Verträglichkeit, 2.5 ECTS, Daniel Kübrich, WS 2019/2020 27

##### Antennen

- Antennen, 5 ECTS, Jan Schür, WS 2019/2020 28

##### Architekturen der digitalen Signalverarbeitung

- Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung, 5 ECTS, Georg Fischer, Torsten Reißland, Jens Kirchner, WS 2019/2020 30

##### Auditory Models

- Auditory Models, 2.5 ECTS, Bernd Edler, SS 2020 32

##### Ausgewählte Kapitel der Audiodateneduktion

- Ausgewählte Kapitel der Audiodatenreduktion, 2.5 ECTS, Jürgen Herre, WS 2019/2020 33

##### Ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie

- Ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie, 5 ECTS, Thomas Dürbaum, WS 2019/2020 35

##### Ausgewählte Kapitel der Technischen Akustik

- Ausgewählte Kapitel der Technischen Akustik, 2.5 ECTS, Stefan J. Rupitsch, WS 2019/2020 37

##### Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen

- Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen, 5 ECTS, Ingo Hahn, SS 2020 38

##### Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme

- Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme, 5 ECTS, Matthias Luther, WS 2019/2020 40

##### Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme

- Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme, 5 ECTS, Matthias Luther, SS 2020 42

##### Bildgebende Radarsysteme

- Bildgebende Radarsysteme, 5 ECTS, Martin Vossiek, WS 2019/2020 44

##### CAE von Sensoren und Aktoren

- CAE von Sensoren und Aktoren, 5 ECTS, Stefan J. Rupitsch, Michael Nierla, WS 2019/2020 46

##### CAE von Sensoren und Aktoren mit Projektübung

- CAE von Sensoren und Aktoren, 7.5 ECTS, Michael Nierla, Daniel Kiefer, WS 2019/2020 48

##### Computerunterstützte Messdatenerfassung

- Computerunterstützte Messdatenerfassung, 5 ECTS, Stefan J. Rupitsch, Michael Ponschab, WS 2019/2020 50

<b>Convex Optimization in Communications and Signal Processing</b>	
• Convex Optimization in Communications and Signal Processing, 5 ECTS, Wolfgang Gerstacker, WS 2019/2020	52
<b>Digitale Felddbusse</b>	
<b>Digitale Regelung</b>	
• Digitale Regelung, 5 ECTS, Andreas Michalka, Julian Dahlmann, SS 2020	54
<b>Digitale Signalverarbeitung</b>	
• Digitale Signalverarbeitung, 5 ECTS, Walter Kellermann, Andreas Brendel, WS 2019/2020	56
<b>Digitale elektronische Systeme</b>	
• Digitale elektronische Systeme, 5 ECTS, Robert Weigel, SS 2020	58
<b>Digitale Übertragung</b>	
• Digitale Übertragung, 5 ECTS, Robert Schober, SS 2020	59
<b>Elektrische Antriebstechnik I</b>	
• Elektrische Antriebstechnik I, 5 ECTS, Ingo Hahn, SS 2020	61
<b>Elektrische Antriebstechnik II</b>	
• Elektrische Antriebstechnik II, 5 ECTS, Ingo Hahn, WS 2019/2020	63
<b>Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen</b>	
• Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen, 5 ECTS, Johann Jäger, Christian Weindl, Matthias Luther, WS 2019/2020	65
<b>Elektrische Kleinmaschinen</b>	
• Elektrische Kleinmaschinen, 5 ECTS, Ingo Hahn, WS 2019/2020	67
<b>Elektrische Maschinen I</b>	
• Elektrische Maschinen I, 5 ECTS, Ingo Hahn, WS 2019/2020	69
<b>Elektrische Maschinen II</b>	
• Elektrische Maschinen II, 5 ECTS, Ingo Hahn, SS 2020	71
<b>Elektromagnetische Verträglichkeit</b>	
• Elektromagnetische Verträglichkeit, 5 ECTS, Daniel Kübrich, SS 2020	73
<b>Elektronik programmierbarer Digitalsysteme</b>	
• Elektronik programmierbarer Digitalsysteme, 5 ECTS, Robert Weigel, Christian Dorn, WS 2019/2020	75
<b>Empfängersynchronisation</b>	
<b>Entwurf Integrierter Schaltungen II</b>	
• Entwurf Integrierter Schaltungen II, 5 ECTS, Sebastian M. Sattler, SS 2020	77
<b>Entwurf Integrierter Schaltungen II/Technologie integrierter Schaltungen</b>	
• Entwurf Integrierter Schaltungen II, 5 ECTS, Sebastian M. Sattler, SS 2020	79
• Technologie integrierter Schaltungen, 5 ECTS, Tobias Erlbacher, Michael Niebauer, WS 2019/2020	81
<b>Entwurf integrierter Schaltungen I</b>	
• Entwurf Integrierter Schaltungen I, 5 ECTS, Sebastian M. Sattler, Florian Deeg, WS 2019/2020	83
<b>Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten</b>	
• Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten, 5 ECTS, Klaus Helmreich, SS 2020	85
<b>Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen</b>	
• Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen, 5 ECTS, Sebastian M. Sattler, SS 2020	88
<b>Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung</b>	
• Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung, 2.5 ECTS, Wolfgang Gerstacker, WS 2019/2020	90

<b>Ereignisdiskrete Systeme</b>	
• Ereignisdiskrete Systeme, 5 ECTS, Thomas Moor, Yiheng Tang, SS 2020	92
<b>Globale Navigationssatellitensysteme</b>	
• Globale Navigationssatellitensysteme, 5 ECTS, Jörn Thielecke, WS 2019/2020	94
<b>HF-Schaltungen und Systeme</b>	
• HF-Schaltungen und Systeme, 5 ECTS, Martin Vossiek, SS 2020	96
<b>Halbleiter- und Bauelementemesstechnik</b>	
• Halbleiter- und Bauelementemesstechnik, 5 ECTS, Sven Berberich, SS 2020	98
<b>Hardware-Beschreibungssprache VHDL</b>	
• Hardware-Beschreibungssprache VHDL, 2.5 ECTS, Jürgen Frickel, SS 2020	100
<b>Hochfrequenztechnik</b>	
• Hochfrequenztechnik, 5 ECTS, Martin Vossiek, WS 2019/2020	102
<b>Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung</b>	
• Hochleistungsstromrichter für die EEV, 5 ECTS, Gert Mehlmann, WS 2019/2020	104
<b>Hochspannungstechnik</b>	
• Hochspannungstechnik, 5 ECTS, Dieter Braisch, WS 2019/2020	106
<b>Image and Video Compression</b>	
• Image and Video Compression, 5 ECTS, André Kaup, Daniela Wokusch (geb. Lanz), SS 2020	108
<b>Induktive Komponenten</b>	
<b>Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung</b>	
• Information Theory and Coding, 5 ECTS, Ralf Müller, SS 2020	110
<b>Informationstheorie für Fortgeschrittene</b>	
<b>Integrierte Navigationssysteme</b>	
• Integrierte Navigationssysteme, 5 ECTS, Jörn Thielecke, SS 2020	113
<b>Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen</b>	
• Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen, 5 ECTS, Robert Weigel, Timo Mai, WS 2019/2020	115
<b>Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung</b>	
• Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung, 5 ECTS, Martin Konermann, SS 2020	116
<b>Kanalcodierung</b>	
• Kanalcodierung, 5 ECTS, Clemens Stierstorfer, SS 2020	118
<b>Kommunikationselektronik</b>	
• Kommunikationselektronik, 5 ECTS, Jörg Robert, SS 2020	122
<b>Kommunikationsnetze</b>	
• Kommunikationsnetze, 5 ECTS, André Kaup, WS 2019/2020	125
<b>Kommunikationsstrukturen</b>	
• Kommunikationsstrukturen, 5 ECTS, Jürgen Frickel, WS 2019/2020	127
<b>Komponenten optischer Kommunikationssysteme</b>	
• Komponenten optischer Kommunikationssysteme, 5 ECTS, Bernhard Schmauß, WS 2019/2020	129
<b>Kunststoff-Fertigungstechnik und -Charakterisierung</b>	
• Kunststoff-Fertigungstechnik und -Charakterisierung, 5 ECTS, Dietmar Drummer, WS 2019/2020, 2 Sem.	131
<b>Leistungselektronik</b>	
• Leistungselektronik, 5 ECTS, Jens Igney, Martin März, WS 2019/2020	133

<b>Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang</b>	
• Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang, 5 ECTS, Martin März, WS 2019/2020	135
<b>Leistungselektronik in Drehstromnetzen: HGÜ und FACTS</b>	
• Leistungselektronik in Drehstromnetzen: HGÜ und FACTS, 5 ECTS, Dietmar Retzmann, WS 2019/2020	137
<b>Leistungshalbleiter-Bauelemente</b>	
• Leistungshalbleiterbauelemente, 5 ECTS, Tobias Erlbacher, Tobias Stolzke, WS 2019/2020	139
<b>Linearantriebe</b>	
• Linearantriebe, 5 ECTS, Ingo Hahn, SS 2020	141
<b>MIMO Communication Systems</b>	
• MIMO Communication Systems, 5 ECTS, Robert Schober, SS 2020	143
<b>Medizinelektronik</b>	
• Medizinelektronik, 5 ECTS, Georg Fischer, SS 2020	145
<b>Mehrgrößen-Zustandsregelung</b>	
<b>Mikrostrukturierte Komponenten für HF Systeme</b>	
<b>Mikrowellenschaltungstechnik</b>	
• Mikrowellenschaltungstechnik, 5 ECTS, Christian Carlowitz, WS 2019/2020	147
<b>Mobile Communications</b>	
• Mobile Communications, 5 ECTS, Ralf Müller, SS 2020	149
<b>Modellbildung in der Regelungstechnik</b>	
• Modellbildung in der Regelungstechnik, 5 ECTS, Thomas Moor, Alexander Lomakin, WS 2019/2020	151
<b>Modellierung und Simulation von Schaltungen und Systemen</b>	
• Modellierung und Simulation von Schaltungen und Systemen, 5 ECTS, Klaus Helmreich, WS 2019/2020	152
<b>Music Processing - Analysis</b>	
• Music Processing Analysis, 2.5 ECTS, Meinard Müller, WS 2019/2020	155
<b>Music Processing - Synthesis</b>	
• Musiksinalverarbeitung - Synthese, 2.5 ECTS, Maximilian Schäfer, WS 2019/2020	157
<b>Nanoelektronik</b>	
• Nanoelektronik, 2.5 ECTS, Michael Jank, SS 2020	159
<b>Numerische Feldberechnung</b>	
• Numerische Feldberechnung, 5 ECTS, Hans Roßmanith, WS 2019/2020	161
<b>Numerische Simulation Elektromechanischer Wandler</b>	
• Numerische Simulation Elektromechanischer Wandler, 5 ECTS, Michael Nierla, Daniel Kiefer, SS 2020	163
<b>Numerische Simulation Elektromechanischer Wandler mit Projektübung</b>	
<b>Optische Kommunikationsnetze</b>	
• Optische Kommunikationsnetze, 2.5 ECTS, Herbert Haunstein, WS 2019/2020	165
<b>Optische Übertragungstechnik</b>	
• Optische Übertragungstechnik, 5 ECTS, Bernhard Schmauß, SS 2020	167
<b>Photonik 1</b>	
• Photonik 1, 5 ECTS, Bernhard Schmauß, WS 2019/2020	169
<b>Photonik 2</b>	
• Photonik 2, 5 ECTS, Bernhard Schmauß, SS 2020	171

<b>Planung elektrischer Energieversorgungsnetze</b>	
• Planung elektrischer Energieversorgungsnetze, 5 ECTS, Johann Jäger, WS 2019/2020	173
<b>Prozessintegration und Bauelementearchitekturen</b>	
• Prozessintegration und Bauelementearchitekturen, 5 ECTS, Tobias Erlbacher, Michael Niebauer, SS 2020	175
<b>Pulsumrichter für elektrische Antriebe</b>	
• Pulsumrichter für elektrische Antriebe, 5 ECTS, Jens Igney, SS 2020	177
<b>Regelung nichtlinearer Systeme</b>	
• Regelung nichtlinearer Systeme, 5 ECTS, Knut Graichen, Markus Lukassek, SS 2020	179
<b>Regelung verteilt-parametrischer Systeme</b>	
• Regelung verteilt-parametrischer Systeme, 5 ECTS, Joachim Deutscher, Ferdinand Fischer, WS 2019/2020	181
<b>Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)</b>	
• Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden), 5 ECTS, Knut Graichen, Tobias Gold, WS 2019/2020	183
<b>Regenerative Energiesysteme</b>	
• Regenerative Energiesysteme, 5 ECTS, Johann Jäger, Florian Mahr, WS 2019/2020	185
<b>Ressourceneffiziente Produktionssysteme</b>	
• Ressourceneffiziente Produktionssysteme, 5 ECTS, Nico Hanenkamp, SS 2020	186
<b>Satellitenkommunikation</b>	
• Satellitenkommunikation, 5 ECTS, Christian Rohde, SS 2020	188
<b>Schaltnetzteile</b>	
• Schaltnetzteile, 5 ECTS, Thomas Dürbaum, SS 2020	190
<b>Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik</b>	
• Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik, 5 ECTS, Torsten Reißland, SS 2020	192
<b>Schutz- und Leittechnik</b>	
• Schutz- und Leittechnik, 5 ECTS, Johann Jäger, SS 2020	194
<b>Sensoren und Aktoren der Mechatronik</b>	
• Sensoren und Aktoren der Mechatronik, 5 ECTS, Stefan J. Rupitsch, Michael Ponschab, SS 2020	195
<b>Sensorik</b>	
• Sensorik, 5 ECTS, Stefan J. Rupitsch, WS 2019/2020	197
<b>Signale und Systeme I</b>	
• Signale und Systeme I, 5 ECTS, André Kaup, Jürgen Seiler, WS 2019/2020	199
<b>Signale und Systeme II</b>	
• Signale und Systeme II, 5 ECTS, André Kaup, Christian Herglotz, Nils Genser, SS 2020	201
<b>Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen</b>	
• Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen, 5 ECTS, Thomas Dürbaum, SS 2020	203
<b>Speech Enhancement</b>	
• Speech Enhancement, 2.5 ECTS, Emanuel A. P. Habets, WS 2019/2020	205
<b>Speech and Audio Signal Processing</b>	
• Sprach- und Audiosignalverarbeitung, 5 ECTS, Walter Kellermann, Mhd Modar Halimeh, SS 2020	207
<b>Statistical Signal Processing</b>	
• Statistische Signalverarbeitung, 5 ECTS, Walter Kellermann, Alexander Schmidt, WS 2019/2020	209
<b>Technische Akustik</b>	
• Technische Akustik/Akustische Sensoren, 5 ECTS, Florian Hubert, SS 2020	212

<b>Technologie integrierter Schaltungen</b>	
• Technologie integrierter Schaltungen, 5 ECTS, Tobias Erlbacher, Michael Niebauer, WS 2019/2020	214
<b>Thermische Kraftwerke</b>	
• Thermische Kraftwerke, 5 ECTS, Johann Jäger, SS 2020	216
<b>Thermisches Management in der Leistungselektronik</b>	
• Thermisches Management in der Leistungselektronik, 5 ECTS, Martin März, Stefanie Büttner, SS 2020	218
<b>Transceiver-Systementwurf</b>	
• Transceiver-Systementwurf, 5 ECTS, Jörn Thielecke, SS 2020	220
<b>Transmission System Operation and Control</b>	
• Transmission System Operations and Control, 5 ECTS, Matthias Luther, SS 2020	222
<b>Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications</b>	
• Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications, 2.5 ECTS, Wolfgang Gerstacker, SS 2020	224
<b>Verfahren zur Lösung elektrodynamischer Probleme</b>	
<b>Zuverlässigkeit und Fehleranalyse integrierter Schaltungen</b>	
• Zuverlässigkeit und Fehleranalyse integrierter Schaltungen, 2.5 ECTS, Peter Pichler, WS 2019/2020	226
<b>Low Power Biomedical Electronics</b>	
• Low-Power Biomedical Electronics, 5 ECTS, Heinrich Milosiu, WS 2019/2020	228
<b>Schätzverfahren in der Regelungstechnik</b>	
• Schätzverfahren in der Regelungstechnik, 5 ECTS, Thomas Moor, Lukas Triska, SS 2020	229
<b>Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik</b>	
<b>Mathematik</b>	
<b>Analytische Geometrie</b>	
• Analytische Geometrie, 5 ECTS, Yasmine Sanderson, WS 2019/2020	231
<b>Elementare Zahlentheorie</b>	
• Elementare Zahlentheorie, 5 ECTS, Christina Birkenhake, WS 2019/2020	233
<b>Elemente der Linearen Algebra II</b>	
• Elemente der linearen Algebra II, 10 ECTS, Wolfgang Ruppert, SS 2020	235
<b>Fachdidaktik Mathematik</b>	
<b>Mathematisches Seminar (nicht vertieft)</b>	
<b>Mathematisches Seminar in elementarer Geometrie</b>	
• Mathematisches Seminar in elementarer Geometrie, 5 ECTS, Wolfgang Ruppert, SS 2020	236
<b>Mathematisches Seminar in elementarer Stochastik</b>	
<b>Mathematisches Seminar in elementarer Zahlentheorie</b>	
• Mathematisches Seminar in elementarer Zahlentheorie, 5 ECTS, Wolfgang Ruppert, SS 2020	237
<b>Elementare Stochastik</b>	
• Elementare Stochastik, 5 ECTS, Horst Schirmeier, WS 2019/2020	239
<b>Sozialkunde</b>	
<b>Wahlmodul</b>	
<b>Arbeitsmarkt und Haushalt</b>	

Arbeitsmarktsoziologie	
Einführung in die Bildungssoziologie	
Seminar zur Bildungssoziologie	
Seminar zur Wirtschaftssoziologie	
Angewandte Wirtschaftspolitik	
Issues in international political economy	
Ökonomie der Sozialpolitik	
Aufbaumodul Politikwissenschaft	
Beruf, Arbeit, Personal	
Einführung in die Politikwissenschaft	
Zweifach Sozialkunde: Fachdidaktik Sozialkunde II: Methodik, Praxis und Wertorientierung im Politikunterricht	
Englisch	
Aufbaumodul Englischdidaktik	
Basismodul Englischdidaktik	
Elementarmodul L-UF Landeskunde	
Seminarmodul L-UF Linguistics	
Seminarmodul L-UF Literature	
Studienbegleitendes Fachdidaktisches Praktikum	
Vertiefungsmodul L-UF Language	
Deutsch	
Vertiefungsmodul Fachdidaktik Deutsch	
Aufbaumodul Literaturgeschichte	
Vertiefungsmodul Gegenwartssprache/DAF	
Vertiefungsmodul Neuere deutsche Literatur	
Vertiefungsmodul Sprachwandel und Variation	
Chemie	
<b>Chemische Schulexperimente (DIDCHEM CSE)</b>	
• Chemische Schulexperimente, 5 ECTS, N.N, SS 2020	241
<b>DEM (Übungen im Vortragen mit Demonstrationen)</b>	
• Übungen im Vortragen mit Demonstrationen, Lehramt Grund-, Mittel- und Realschule, 5 ECTS, Kathrin Knirsch, WS 2019/2020	243
<b>Einführung in die Fachdidaktik Chemie (DIDCHEM LARS)</b>	
• Einführung in die Fachdidaktik Chemie (Lehramt an Realschulen), 5 ECTS, Bernd Nussinger, Sabine Flügel, Rita Tandetzke, WS 2019/2020, 2 Sem.	245
<b>Organische und Bioorganische Chemie I</b>	
• Organische und Bioorganische Chemie I, 10 ECTS, Kathrin Knirsch, SS 2020	248
<b>Organische und Bioorganische Chemie II</b>	
• Organische und Bioorganische Chemie II, Lehramt Grund-, Mittel- und Realschule, 5 ECTS, Kathrin Knirsch, WS 2019/2020	250

<b>Organische und Bioorganische Chemie III</b>	
• Organische und Bioorganische Chemie III, Lehramt Grund-, Mittel- und Realschule, 5 ECTS, Kathrin Knirsch, SS 2020	251
<b>Physikalische Chemie II, Lehramt Grund- Haupt- und Realschulen</b>	
• Physikalische Chemie II, Lehramt Grund-, Mittel- und Realschulen, 5 ECTS, Andreas Bayer, WS 2019/2020	253
<b>Qualitative Analytische Chemie</b>	
• Qualitative Analytische Chemie, 5.0 ECTS, N.N, SS 2020	255
<b>Informatik</b>	
<b>Didaktik der Informatik I</b>	
• Didaktik der Informatik I, 5 ECTS, Marc Berges, SS 2020	257
<b>Didaktik der Informatik II</b>	
<b>Didaktik der Informatik II</b>	
<b>Implementierung von Datenbanksystemen</b>	
• Implementierung von Datenbanksystemen, 5 ECTS, Klaus Meyer-Wegener, WS 2019/2020	260
<b>Praktikum Informatik</b>	
<b>Grafik-Praktikum Game Programming</b>	
• GraPra, 10 ECTS, Alexander Lier, WS 2019/2020	262
<b>HPC Software Projekt</b>	
• HPC Software Projekt, 10 ECTS, Harald Köstler, SS 2020	264
<b>Nailing your Thesis (VUE+PROJ 10-ECTS)</b>	
• Nailing your Thesis (VUE+PROJ 10-ECTS), 10 ECTS, Dirk Riehle, SS 2020	266
<b>Praktikum "Smart Cameras"</b>	
<b>Praktikum Enterprise Computing</b>	
• Praktikum Enterprise Computing, 10 ECTS, Peter Wilke, WS 2019/2020	268
• Praktikum Enterprise Computing, 10 ECTS, Peter Wilke, SS 2020	270
<b>Praktikum Lego Mindstorms</b>	
• Praktikum: Lego Mindstorms, 10 ECTS, Stefan Wildermann, SS 2020	271
<b>Praktikum Software Engineering in der Praxis</b>	
• Praktikum Software Engineering: Verfahren und Werkzeuge, 10 ECTS, Marc Spisländer, Xiaochen Wu, SS 2020	273
<b>Praktikum Software Engineering: Verfahren und Werkzeuge</b>	
• Praktikum Software Engineering: Verfahren und Werkzeuge, 10 ECTS, N.N, WS 2019/2020	274
<b>Praktikum angewandte Systemsoftwaretechnik</b>	
• Praktikum angewandte Systemsoftwaretechnik, 10 ECTS, N.N, SS 2020	275
<b>Software Architecture (VUE+PROJ 10-ECTS)</b>	
• Software Architecture (VUE+PROJ 10-ECTS), 10 ECTS, Martin Jung, Dirk Riehle, SS 2020	278
<b>Software-Anwendungen mit KI (VUE 10-ECTS)</b>	
<b>Supercomputing Praktikum</b>	
• Supercomputing Lab (SC), 10 ECTS, Johannes Hofmann, SS 2020	280
• Supercomputing Praktikum, 10 ECTS, Alexander Ditter, SS 2020	281
<b>IoT Security</b>	
• IoT Security, 10 ECTS, Philipp Klein, WS 2019/2020	282

<b>Praktikum Mustererkennung</b>	
• Praktikum Mustererkennung, 10 ECTS, Andreas Maier, Vincent Christlein, WS 2019/2020	284
<b>Praktikum: Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme</b>	
<b>Product Management</b>	
• Product Management (VUE+PROJ 10-ECTS), 10 ECTS, Dirk Riehle, WS 2019/2020	285
<b>Hackerpraktikum Bachelor</b>	
• Hackerpraktikum (Bachelor), 10 ECTS, Tilo Müller, WS 2019/2020	287
<b>Praktikum: Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme</b>	
• Praktikum: Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme, 10 ECTS, Joachim Falk, Mehmet Akif Özkan, WS 2019/2020	289
<b>NWERC Praktikum</b>	
• NWERC Praktikum, 10 ECTS, Michael Baer, Paul Wild, Daniela Novac, WS 2019/2020	291
<b>Seminar Didaktik der Informatik</b>	
• Seminar Didaktik der Informatik, 2.5 ECTS, Marc Berges, WS 2019/2020	293
<b>Theoretische Informatik für Wirtschaftsinformatik und Lehramt</b>	
• Theoretische Informatik für Wirtschaftsinformatik und Lehramtsstudierende, 5 ECTS, Stefan Milius, Tadeusz Litak, SS 2020	295
<b>Wahlmodul</b>	
<b>Physik</b>	
<b>Einführung Fachdidaktik Physik</b>	
• Einführung Fachdidaktik Physik (Lehramt nicht vertieft), 3 ECTS, Angela Fösel, SS 2020	297
• Einführung Fachdidaktik Physik (Lehramt nicht vertieft), 5 ECTS, Angela Fösel, SS 2020	299
<b>Hauptseminar Experimente im Physikunterricht</b>	
• Hauptseminar LANV Experimente im Physikunterricht, 5 ECTS, Angela Fösel, WS 2019/2020	301
• Seminar Experimente im Physikunterricht, 5 ECTS, Jan-Peter Meyn, SS 2020	303
<b>Quantenphysik</b>	
• Quantenphysik, 5 ECTS, Günter Zwicknagel, WS 2019/2020	305
<b>Struktur der Materie 1</b>	
• Struktur der Materie 1, 7.5 ECTS, Thilo Michel, SS 2020	307
<b>Struktur der Materie 2</b>	
• Struktur der Materie 2, 7.5 ECTS, Thilo Michel, WS 2019/2020	308
<b>Vertiefungsmodul zur Physikdidaktik</b>	
<b>Vertiefungsmodul zur Physikdidaktik</b>	
• Vertiefungsmodul zur Physikdidaktik: Physik mit dem Raspberry Pi, 4 ECTS, Angela Fösel, SS 2020	310
• Vertiefungsmodul zur Physikdidaktik: Physik mit dem Raspberry Pi, 5 ECTS, Angela Fösel, SS 2020	312
<b>Wahlfach 1</b>	
• Fachdidaktische Erkundung des Deutschen Museums, 5 ECTS, Angela Fösel, WS 2019/2020	314
<b>Wahlpflicht</b>	
<b>Metalltechnik</b>	
<b>Fachdidaktik Metalltechnik II</b>	
• Fachdidaktik der Metalltechnik II, 5 ECTS, Robert Reitberger, Martin Siegert, WS 2019/2020	316

<b>Grundlagen der Messtechnik</b>	
• Grundlagen der Messtechnik, 5 ECTS, Tino Hausotte, Andreas Gröschl, Martin Heintl, WS 2019/2020	318
<b>Grundlagen der Produktentwicklung</b>	
• Grundlagen der Produktentwicklung / Konstruktionsübung, 10 ECTS, Stephan Tremmel, WS 2019/2020	324
<b>Methode der Finiten Elemente</b>	
• Methode der Finiten Elemente, 5 ECTS, Kai Willner, Gunnar Possart, Maximilian Volkan Baloglu, SS 2020	329
<b>Produktionstechnik I und II</b>	
• Produktionstechnik I + II, 5 ECTS, Marion Merklein, Dietmar Drummer, Jörg Franke, Michael Schmidt, Nico Hanenkamp, WS 2019/2020, 2 Sem.	331
<b>Technische Darstellungslehre</b>	
• Technische Darstellungslehre, 5 ECTS, Stephan Tremmel, Marius Fechter, WS 2019/2020, 2 Sem.	333
<b>Technische Thermodynamik</b>	
• Technische Thermodynamik für MB und BPT, 7.5 ECTS, Michael Wensing, SS 2020	338
<b>Praktikum Kunststofftechnik</b>	
• Praktikum Kunststofftechnik, 2.5 ECTS, Dietmar Drummer, SS 2020	340
<b>Sport</b>	
<b>Individualmotorische Lehrkompetenz II RSMSHSGS</b>	
<b>Kompetenz in Bewegung und Gesundheit II nv</b>	
<b>Kompetenz in Bewegung und Gesundheit III Kompositorische Lehrkompetenz II</b>	
<b>Lehrkompetenz Sportspiele II RSMSHSGS</b>	
<b>Sportdidaktische /-pädagogische Kompetenz II nv</b>	
<b>Sportpädagogische /-didaktische Kompetenz II</b>	
<b>Sportpädagogische /-didaktische Kompetenz III (Fachdidaktik)</b>	
<b>Sportwissenschaftliche Basiskompetenzen II nv</b>	
<b>Berufssprache Deutsch (Module finden Sie auf der S.527-534)</b>	

<b>Berufs- und wirtschaftspädagogische Didaktik (BWD) I</b>	
<b>Berufs- und wirtschaftspädagogische Didaktik (BWD) II</b>	
<b>Diversität, Sprache und Inklusion als Herausforderung der beruflichen Aus- und Weiterbildung</b>	
<b>Empirische Forschung in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik</b>	
<b>Fachdidaktik Elektro- und Informationstechnik II</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachdidaktik Elektrotechnik und Informationstechnik 2, 5 ECTS, Bettina Hirner, WS 2019/2020</li> </ul>	341
<b>Hauptseminar der Elektrotechnik</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar Nachhaltige Energiesysteme, 2.5 ECTS, Matthias Luther, Assistenten, WS 2019/2020</li> </ul>	343
<b>Schulpraktische Studien II</b>	
<b>Praktikum der Fachwissenschaft</b>	
<b>Praktikum Automatisierungstechnik</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum Automatisierungstechnik, 2.5 ECTS, Andreas Michalka, Yiheng Tang, Tobias Gold, Alexander Lomakin, Patrick K. Kroh, Martha Bugsch, Alexander Lange, Philipp Dorsch, SS 2020</li> </ul>	344
<b>Audio Processing Laboratory</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Audio Processing Laboratory, 2.5 ECTS, Meinard Müller, Emanuel A. P. Habets, Jürgen Herre, Bernd Edler, Frank Wefers, SS 2020</li> </ul>	346
<b>EMV-Praktikum</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• EMV-Praktikum, 2.5 ECTS, Daniel Kübrich, SS 2020</li> </ul>	348
<b>Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen, 2.5 ECTS, Jürgen Seiler, Viktoria Heimann, WS 2019/2020</li> </ul>	350
<b>Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung, 2.5 ECTS, Matthias Kreuzer, Heinrich Löllmann, Jürgen Seiler, WS 2019/2020</li> </ul>	352
<b>Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (semesterbegleitend), 2.5 ECTS, Markus Hartmann, Sally Nafie, SS 2020</li> </ul>	354
<b>Laborpraktikum Halbleiter- und Bauelementemesstechnik</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum Halbleiter- und Bauelementemesstechnik, 2.5 ECTS, Tobias Dirnecker, Michael Niebauer, Assistenten, SS 2020</li> </ul>	356
<b>Laborpraktikum Leistungselektronik</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum Leistungselektronik, 2.5 ECTS, Martin März, Jens Igney, Markus Barwig, Martha Bugsch, Matthias Stiller, , WS 2019/2020</li> </ul>	358
<b>Laborpraktikum Mobilkommunikation</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum Mobilkommunikation, 2.5 ECTS, Wolfgang Gerstacker, SS 2020</li> </ul>	360
<b>Laborpraktikum Multimediakommunikation</b>	
<b>Laborpraktikum Roboternavigation</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum Roboternavigation, 2.5 ECTS, Henrik Bey, Moritz Sackmann, SS 2020</li> </ul>	363
<b>Laborpraktikum Sensor-Technologie</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum Sensor-Technologie, 2.5 ECTS, Florian Hubert, WS 2019/2020</li> </ul>	365

<b>Laborpraktikum Sensorik</b>	
• Sensorik-Praktikum, 2.5 ECTS, Patrick K. Kroh, SS 2020	366
<b>Laborpraktikum Statistische Signalverarbeitung</b>	
<b>Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine (PLD)</b>	
• Praktikum für systematischen Entwurf programmierbarer Logikbausteine, 2.5 ECTS, Torsten Reißland, SS 2020	368
<b>Laborpraktikum Technologie der Silizium-Halbleiterbauelemente</b>	
• Praktikum Technologie der Silizium-Halbleiterbauelemente, 2.5 ECTS, Tobias Dirnecker, u.a., SS 2020	370
<b>Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung</b>	
• Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung, 2.5 ECTS, Torsten Reißland, WS 2019/2020	372
<b>Praktikum Digitale Übertragung</b>	
• Praktikum Digitale Übertragung, 2.5 ECTS, Clemens Stierstorfer, WS 2019/2020	373
<b>Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA</b>	
• Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA, 2.5 ECTS, N.N, WS 2019/2020	375
<b>Praktikum Elektrische Energieversorgung</b>	
• Praktikum Elektrische Energieversorgung, 2.5 ECTS, Matthias Luther, Assistenten, SS 2020	377
<b>Praktikum Energieelektronik</b>	
<b>Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen II</b>	
• Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen II, 2.5 ECTS, Florian Deeg, SS 2020	379
<b>Praktikum Hochfrequenztechnik / Mikrowellentechnik 1</b>	
<b>Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2</b>	
• Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2, 2.5 ECTS, Jan Schür, u. Mitarbeiter, SS 2020	381
<b>Praktikum Hochspannungstechnik</b>	
• Praktikum Hochspannungstechnik, 2.5 ECTS, Dieter Braisch, Assistenten, SS 2020	383
<b>Praktikum Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen</b>	
<b>Praktikum Mixed-Signal-Entwurf</b>	
• Praktikum Mixed-Signal-Entwurf, 2.5 ECTS, Tobias Rumpel, SS 2020	384
<b>Praktikum Photonik/Lasertechnik 1</b>	
<b>Praktikum Photonik/Lasertechnik 2</b>	
• Praktikum Photonik/Lasertechnik 2, 2.5 ECTS, Bernhard Schmauß, Rainer Engelbrecht, SS 2020	386
<b>Praktikum Regelungstechnik I</b>	
• Praktikum Regelungstechnik I, 2.5 ECTS, Daniel Burk, Markus Lukassek, Hartwig Huber, SS 2020	388
<b>Praktikum Regelungstechnik II</b>	
• Praktikum Regelungstechnik II, 2.5 ECTS, Yiheng Tang, wissenschaftliche Mitarbeiter/innen, WS 2019/2020	389
<b>Praktikum Test</b>	
• Praktikum Test, 2.5 ECTS, Tobias Rumpel, SS 2020	391
<b>Praktikum zu High-Performance Analog- und Umsetzer-Design</b>	
• Praktikum zu High-Performance Analog- und Umsetzer-Design, 2.5 ECTS, Robert Löhr, Michael Sporer, SS 2020	393
<b>Masterarbeit</b>	

## Gesamtkonto

### Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik

#### Mathematik

##### Analytische Geometrie

- Analytische Geometrie, 5 ECTS, Yasmine Sanderson, WS 2019/2020 231

##### Elementare Zahlentheorie

- Elementare Zahlentheorie, 5 ECTS, Christina Birkenhake, WS 2019/2020 233

##### Elemente der Linearen Algebra II

- Elemente der linearen Algebra II, 10 ECTS, Wolfgang Ruppert, SS 2020 235

#### Fachdidaktik Mathematik

##### Mathematisches Seminar (nicht vertieft)

##### Mathematisches Seminar in elementarer Geometrie

- Mathematisches Seminar in elementarer Geometrie, 5 ECTS, Wolfgang Ruppert, SS 2020 236

##### Mathematisches Seminar in elementarer Stochastik

##### Mathematisches Seminar in elementarer Zahlentheorie

- Mathematisches Seminar in elementarer Zahlentheorie, 5 ECTS, Wolfgang Ruppert, SS 2020 237

##### Elementare Stochastik

- Elementare Stochastik, 5 ECTS, Horst Schirmeier, WS 2019/2020 239

## Chemie

### Chemische Schulexperimente (DIDCHEM CSE)

- Chemische Schulexperimente, 5 ECTS, N.N, SS 2020

241

### DEM (Übungen im Vortragen mit Demonstrationen)

- Übungen im Vortragen mit Demonstrationen, Lehramt Grund-, Mittel- und Realschule, 5 ECTS, Kathrin Knirsch, WS 2019/2020

243

### Einführung in die Fachdidaktik Chemie (DIDCHEM LARS)

- Einführung in die Fachdidaktik Chemie (Lehramt an Realschulen), 5 ECTS, Bernd Nus-singer, Sabine Flügel, Rita Tandetzke, WS 2019/2020, 2 Sem.

245

### Organische und Bioorganische Chemie I

- Organische und Bioorganische Chemie I, 10 ECTS, Kathrin Knirsch, SS 2020

248

### Organische und Bioorganische Chemie II

- Organische und Bioorganische Chemie II, Lehramt Grund-, Mittel- und Realschule, 5 ECTS, Kathrin Knirsch, WS 2019/2020

250

### Organische und Bioorganische Chemie III

- Organische und Bioorganische Chemie III, Lehramt Grund-, Mittel- und Realschule, 5 ECTS, Kathrin Knirsch, SS 2020

251

### Physikalische Chemie II, Lehramt Grund- Haupt- und Realschulen

- Physikalische Chemie II, Lehramt Grund-, Mittel- und Realschulen, 5 ECTS, Andreas Bayer, WS 2019/2020

253

### Qualitative Analytische Chemie

- Qualitative Analytische Chemie, 5.0 ECTS, N.N, SS 2020

255

## Informatik

### Didaktik der Informatik I

- Didaktik der Informatik I, 5 ECTS, Marc Berges, SS 2020

257

### Didaktik der Informatik II

### Didaktik der Informatik II

### Implementierung von Datenbanksystemen

- Implementierung von Datenbanksystemen, 5 ECTS, Klaus Meyer-Wegener, WS 2019/2020

260

## Praktikum Informatik

### Grafik-Praktikum Game Programming

- GraPra, 10 ECTS, Alexander Lier, WS 2019/2020

262

### HPC Software Projekt

- HPC Software Projekt, 10 ECTS, Harald Köstler, SS 2020

264

<b>Nailing your Thesis (VUE+PROJ 10-ECTS)</b>	
• Nailing your Thesis (VUE+PROJ 10-ECTS), 10 ECTS, Dirk Riehle, SS 2020	266
<b>Praktikum "Smart Cameras"</b>	
<b>Praktikum Enterprise Computing</b>	
• Praktikum Enterprise Computing, 10 ECTS, Peter Wilke, WS 2019/2020	268
• Praktikum Enterprise Computing, 10 ECTS, Peter Wilke, SS 2020	270
<b>Praktikum Lego Mindstorms</b>	
• Praktikum: Lego Mindstorms, 10 ECTS, Stefan Wildermann, SS 2020	271
<b>Praktikum Software Engineering in der Praxis</b>	
• Praktikum Software Engineering: Verfahren und Werkzeuge, 10 ECTS, Marc Spisländer, Xiaochen Wu, SS 2020	273
<b>Praktikum Software Engineering: Verfahren und Werkzeuge</b>	
• Praktikum Software Engineering: Verfahren und Werkzeuge, 10 ECTS, N.N, WS 2019/2020	274
<b>Praktikum angewandte Systemsoftwaretechnik</b>	
• Praktikum angewandte Systemsoftwaretechnik, 10 ECTS, N.N, SS 2020	275
<b>Software Architecture (VUE+PROJ 10-ECTS)</b>	
• Software Architecture (VUE+PROJ 10-ECTS), 10 ECTS, Martin Jung, Dirk Riehle, SS 2020	278
<b>Software-Anwendungen mit KI (VUE 10-ECTS)</b>	
<b>Supercomputing Praktikum</b>	
• Supercomputing Lab (SC), 10 ECTS, Johannes Hofmann, SS 2020	280
• Supercomputing Praktikum, 10 ECTS, Alexander Ditter, SS 2020	281
<b>IoT Security</b>	
• IoT Security, 10 ECTS, Philipp Klein, WS 2019/2020	282
<b>Praktikum Mustererkennung</b>	
• Praktikum Mustererkennung, 10 ECTS, Andreas Maier, Vincent Christlein, WS 2019/2020	284
<b>Praktikum: Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme</b>	
<b>Product Management</b>	
• Product Management (VUE+PROJ 10-ECTS), 10 ECTS, Dirk Riehle, WS 2019/2020	285
<b>Hackerpraktikum Bachelor</b>	
• Hackerpraktikum (Bachelor), 10 ECTS, Tilo Müller, WS 2019/2020	287
<b>Praktikum: Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme</b>	
• Praktikum: Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme, 10 ECTS, Joachim Falk, Mehmet Akif Özkan, WS 2019/2020	289
<b>NWERC Praktikum</b>	
• NWERC Praktikum, 10 ECTS, Michael Baer, Paul Wild, Daniela Novac, WS 2019/2020	291
<b>Seminar Didaktik der Informatik</b>	
• Seminar Didaktik der Informatik, 2.5 ECTS, Marc Berges, WS 2019/2020	293
<b>Theoretische Informatik für Wirtschaftsinformatik und Lehramt</b>	
• Theoretische Informatik für Wirtschaftsinformatik und Lehramtsstudierende, 5 ECTS, Stefan Milius, Tadeusz Litak, SS 2020	295
<b>Wahlmodul</b>	
<b>Elektro- und Informationstechnik</b>	
<b>Digitaltechnik</b>	
• Digitaltechnik, 5 ECTS, Georg Fischer, WS 2019/2020	395

<b>Energie- und Antriebstechnik</b>	
• Energie- und Antriebstechnik, 7.5 ECTS, Matthias Luther, Ingo Hahn, WS 2019/2020, 2 Sem.	397
<b>Fachdidaktik Elektro- und Informationstechnik II</b>	
• Fachdidaktik Elektrotechnik und Informationstechnik 2, 5 ECTS, Bettina Hirner, WS 2019/2020	341
<b>Halbleiterbauelemente</b>	
• Halbleiterbauelemente, 5 ECTS, Tobias Dirnecker, Christian Martens, SS 2020	399
• Halbleiterbauelemente, 5 ECTS, Tobias Dirnecker, Christian Martens, WS 2019/2020	401
<b>Hochfrequenztechnik</b>	
• Hochfrequenztechnik, 5 ECTS, Martin Vossiek, WS 2019/2020	102
<b>Kommunikationsstrukturen</b>	
• Kommunikationsstrukturen, 5 ECTS, Jürgen Frickel, WS 2019/2020	127
<b>Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten</b>	
• Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten, 5 ECTS, Martin Vossiek, SS 2020	403
<b>Praktikum Grundlagen der Elektro- und Schaltungstechnik</b>	
<b>Schaltungstechnik</b>	
• Schaltungstechnik, 5 ECTS, Robert Weigel, SS 2020	405
<b>Physik</b>	
<b>Einführung Fachdidaktik Physik</b>	
• Einführung Fachdidaktik Physik (Lehramt nicht vertieft), 3 ECTS, Angela Fösel, SS 2020	297
• Einführung Fachdidaktik Physik (Lehramt nicht vertieft), 5 ECTS, Angela Fösel, SS 2020	299
<b>Hauptseminar Experimente im Physikunterricht</b>	
• Hauptseminar LANV Experimente im Physikunterricht, 5 ECTS, Angela Fösel, WS 2019/2020	301
• Seminar Experimente im Physikunterricht, 5 ECTS, Jan-Peter Meyn, SS 2020	303
<b>Quantenphysik</b>	
• Quantenphysik, 5 ECTS, Günter Zwicknagel, WS 2019/2020	305
<b>Struktur der Materie 1</b>	
• Struktur der Materie 1, 7.5 ECTS, Thilo Michel, SS 2020	307
<b>Struktur der Materie 2</b>	
• Struktur der Materie 2, 7.5 ECTS, Thilo Michel, WS 2019/2020	308
<b>Vertiefungsmodul zur Physikdidaktik</b>	
<b>Vertiefungsmodul zur Physikdidaktik</b>	
• Vertiefungsmodul zur Physikdidaktik: Physik mit dem Raspberry Pi, 5 ECTS, Angela Fösel, SS 2020	312
• Vertiefungsmodul zur Physikdidaktik: Physik mit dem Raspberry Pi, 4 ECTS, Angela Fösel, SS 2020	310
<b>Wahlfach 1</b>	
• Fachdidaktische Erkundung des Deutschen Museums, 5 ECTS, Angela Fösel, WS 2019/2020	314
<b>Wahlpflicht</b>	

## Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft

### Automatisierte Produktionsanlagen

- Automatisierte Produktionsanlagen, 5 ECTS, Jörg Franke, WS 2019/2020

406

### Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule)

#### Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine

- Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine, 5 ECTS, Nico Hanenkamp, Jacqueline Blasl, WS 2019/2020 408

#### Dynamik nichtlinearer Balken

- Dynamik nichtlinearer Balken, 5 ECTS, Holger Lang, SS 2020 410

#### Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz

- Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz, 5 ECTS, Nico Hanenkamp, Shu Ju, SS 2020 414

#### Fertigungsmesstechnik II

- Fertigungsmesstechnik II, 5 ECTS, Tino Hausotte, Sebastian Metzner, Elisa Wirthmann, Patrick Zippert, SS 2020 416

#### Geometrische Mechanik und Integratoren

##### Geometrische numerische Integration

- Geometric numerical integration, 5 ECTS, Sigrid Leyendecker, Rodrigo Takuro Sato Martin de Almagro, SS 2020 419

<b>Integrated Production Systems</b>	
• Integrated Production Systems (Lean Management), 5 ECTS, Jörg Franke, SS 2020	421
<b>Integrierte Produktentwicklung</b>	
• Integrierte Produktentwicklung, 5 ECTS, Sandro Wartzack, WS 2019/2020	423
<b>International Supply Chain Management</b>	
• International Supply Chain Management, 5 ECTS, Jörg Franke, SS 2020	426
<b>Kunststofftechnik II</b>	
• Kunststofftechnik II, 5 ECTS, Dietmar Drummer, WS 2019/2020, 2 Sem.	428
<b>Lasertechnik Vertiefung</b>	
• Vertiefung Lasertechnik, 5 ECTS, Michael Schmidt, SS 2020	430
<b>Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics</b>	
• Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics, 5 ECTS, Paul Steinmann, Dominic Soldner, SS 2020	431
<b>Numerische und experimentelle Modalanalyse</b>	
• Numerische und Experimentelle Modalanalyse, 5 ECTS, Kai Willner, Tim Weidauer, WS 2019/2020	433
<b>Produktionsprozesse der Zerspanung</b>	
• Produktionsprozesse der Zerspanung, 5 ECTS, Nico Hanenkamp, SS 2020	436
<b>Produktionsprozesse in der Elektronik</b>	
• Produktionsprozesse in der Elektronik, 5 ECTS, Assistenten, SS 2020	438
<b>Einführung in die Programmierung humanoider Roboter</b>	
• Einführung in die Programmierung humanoider Roboter, 5 ECTS, Jörg Franke, Assistenten, Sebastian Reitelshöfer, WS 2019/2020	440
<b>Rechnergestützte Messtechnik</b>	
• Rechnergestützte Messtechnik, 5 ECTS, Tino Hausotte, Janik Schaudé, Felix Binder, SS 2020	442
<b>Theoretische Dynamik II</b>	
<b>Tribologie und Oberflächentechnik</b>	
• Tribologie und Oberflächentechnik, 5 ECTS, Tim Hosenfeldt, Stephan Tremmel, SS 2020	446
<b>Umformtechnik Vertiefung</b>	
• Umformtechnik Vertiefung, 5 ECTS, Marion Merklein, Michael Lechner, SS 2020, 2 Sem.	450
<b>Wälzlagertechnik</b>	
• Wälzlagertechnik, 5 ECTS, Oliver Koch, Stephan Tremmel, SS 2020	452
<b>Elektromaschinenbau</b>	
• Elektromaschinenbau, 5 ECTS, Alexander Kühl, WS 2019/2020	454
<b>Karosseriebau</b>	
• Karosseriebau, 5 ECTS, Paul Dick, SS 2020, 2 Sem.	456
<b>Fertigungsmesstechnik I</b>	
• Fertigungsmesstechnik I, 5 ECTS, Tino Hausotte, Andreas Müller, Benjamin Baumgärtner, WS 2019/2020	458
<b>Kunststoff-Eigenschaften und -Verarbeitung</b>	
• Kunststoff-Eigenschaften und -Verarbeitung, 5 ECTS, Dietmar Drummer, WS 2019/2020, 2 Sem.	462
<b>Kunststoff-Fertigungstechnik und -Charakterisierung</b>	
• Kunststoff-Fertigungstechnik und -Charakterisierung, 5 ECTS, Dietmar Drummer, WS 2019/2020, 2 Sem.	131
<b>Lasertechnik / Laser Technology</b>	
• Laser Technology, 5 ECTS, Kristian Cvecek, Clemens Roider, WS 2019/2020	464

<b>Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics</b>	
• Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics, 5 ECTS, Silvia Budday, Dominic Soldner, WS 2019/2020	466
<b>Mehrkörperdynamik</b>	
• Mehrkörperdynamik (2V+2Ü), 5 ECTS, Sigrid Leyendecker, wissenschaftliche Mitarbeiter/innen, WS 2019/2020	468
<b>Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren</b>	
• Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren, 5 ECTS, Sandro Wartzack, Harald Völkl, WS 2019/2020	471
<b>Numerische Methoden in der Mechanik</b>	
• Numerische Methoden in der Mechanik (3V + 1Ü), 5 ECTS, Holger Lang, WS 2019/2020	474
<b>Produktionssystematik</b>	
• Produktionssystematik, 5 ECTS, Jörg Franke, SS 2020	478
<b>Prozess- und Temperaturmesstechnik</b>	
• Prozess- und Temperaturmesstechnik, 5 ECTS, Tino Hausotte, Elisa Wirthmann, Lorenz Butzhammer, WS 2019/2020	480
<b>Qualitätsmanagement</b>	
• Qualitätsmanagement, 5 ECTS, Tino Hausotte, Tamara Reuter, Matthias Busch, Huong Nguyen, WS 2019/2020, 2 Sem.	483
<b>Ressourceneffiziente Produktionssysteme</b>	
• Ressourceneffiziente Produktionssysteme, 5 ECTS, Nico Hanenkamp, SS 2020	186
<b>Technische Produktgestaltung</b>	
• Technische Produktgestaltung, 5 ECTS, Sandro Wartzack, Benjamin Schleich, SS 2020	486
<b>Technische Schwingungslehre</b>	
• Technische Schwingungslehre, 5 ECTS, Kai Willner, Özge Akar, SS 2020	490
<b>Theoretische Dynamik I</b>	
• Theoretische Dynamik (2V + 2Ü), 5 ECTS, Holger Lang, SS 2020	493
<b>Umformtechnik</b>	
• Umformtechnik, 5 ECTS, Marion Merklein, SS 2020	497
<b>Handhabungs- und Montagetechnik</b>	
• Handhabungs- und Montagetechnik, 5 ECTS, Jörg Franke, u.a., SS 2020	499
<b>Berufs- und wirtschaftspädagogische Didaktik (BWD) I</b>	
<b>Berufs- und wirtschaftspädagogische Didaktik (BWD) II</b>	
<b>Diversität, Sprache und Inklusion als Herausforderung der beruflichen Aus- und Weiterbildung</b>	
<b>Empirische Forschung in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik</b>	
<b>Fachdidaktik Metalltechnik II</b>	
• Fachdidaktik der Metalltechnik II, 5 ECTS, Robert Reitberger, Martin Siegert, WS 2019/2020	316
<b>Optik und optische Technologien</b>	
• Optik und optische Technologien, 2.5 ECTS, Michael Schmidt, WS 2019/2020	501
<b>Schulpraktische Studien II</b>	
<b>Praktikum der Fachwissenschaft</b>	
<b>Praktikum FAPS</b>	
• Praktikum FAPS, 2.5 ECTS, Jörg Franke, SS 2020	502
<b>Praktikum Fertigungsmesstechnik</b>	
• Praktikum Fertigungsmesstechnik, 2.5 ECTS, Florian Wohlgemuth, SS 2020	503

<b>Praktikum KTmfk/Rechnerunterstützte Produktentwicklung</b>	
• Praktikum KTmfk/Rechnerunterstützte Produktentwicklung, 2.5 ECTS, Björn Heling, SS 2020	506
<b>Praktikum Kunststofftechnik</b>	
• Praktikum Kunststofftechnik, 2.5 ECTS, Dietmar Drummer, SS 2020	340
<b>Praktikum Lasertechnik</b>	
• Praktikum Lasertechnik, 2.5 ECTS, Karen Schwarzkopf, Tobias Staudt, SS 2020	509
<b>Praktikum REP</b>	
• Praktikum REP, 2.5 ECTS, Nico Hanenkamp, Nicolai Ostrowicki, SS 2020	510
<b>Praktikum Technische Mechanik</b>	
• Praktikum Technische Mechanik, 2.5 ECTS, Ludwig Herrnböck, SS 2020	511
<b>Praktikum Umformtechnik</b>	
• Praktikum Umformtechnik, 2.5 ECTS, N.N, SS 2020	513
<b>Praktikum Technische Dynamik</b>	
• Praktikum Technische Dynamik - Modellierung, Simulation und Experiment, 2.5 ECTS, Sigrid Leyendecker, wissenschaftliche Mitarbeiter/innen, WS 2019/2020	515
<b>Masterarbeit</b>	

**Modulbezeichnung:** Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer (ADU) 2.5 ECTS  
(Analog-Digital- and Digital-Analog-Converters)

Modulverantwortliche/r: Frank Ohnhäuser  
Lehrende: Frank Ohnhäuser

Startsemester: SS 2020 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)  
Präsenzzeit: 30 Std. Eigenstudium: 45 Std. Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer (SS 2020, Vorlesung, 1 SWS, Frank Ohnhäuser)  
Übungen zu Analog-Digital und Digital-Analog-Umsetzer (SS 2020, Übung, 1 SWS, Timo Mai)

**Inhalt:**

- ADU, DAU Kenngrößen und Spezifikation
- Überblick über unterschiedliche Umsetzerarchitekturen
- SAR-Umsetzer Design
- Abtast-Halte Glieder
- Komparatoren
- Rauscheffekte in Umsetzern
- Delta-Sigma-ADU
- Current Steering DAC
- String DAC
- R-2R DAC
- Delta-Sigma DAC
- Integration von ADUs in ein Gesamtsystem

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden kennen

- Die wichtige Kenngrößen für Analog-Digital Umsetzer (ADU) und können die Genauigkeit von ADUs interpretieren.
- Die verbreiteten ADU Architekturen und deren Vor- und Nachteile.
- Die Komponenten eines SAR ADUs und wichtige Details für den integrierten Schaltungsentwurf von SAR ADUs
- Verschiedene integrierte Schaltungstechniken im Entwurf von Delta-Sigma ADUs
- Die richtige Verschaltung von ADUs in einer Applikation. Eine falsche Verschaltung führt schnell zu schlechter Genauigkeit.
- Die verbreiteten DAU Architekturen, deren Vor- und Nachteile und deren Schaltungsprinzip.
- Die grundlegenden Funktionen von Cadence und haben einen Einblick in den integrierten Entwurf von ADUs.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer\_ (Prüfungsnummer: 67401)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Frank Ohnhäuser

---

---

**Modulbezeichnung: Analoge elektronische Systeme (AES)** **5 ECTS**  
 (Analogue Electronic Systems)

Modulverantwortliche/r: Robert Weigel

Lehrende: Robert Weigel, Torsten Reißland

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

### Lehrveranstaltungen:

Analogue elektronische Systeme (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Robert Weigel et al.)

Übungen zu Analogue elektronische Systeme (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Torsten Reißland)

---

### Inhalt:

- Feldeffekttransistor
- Verstärker, Leistungsverstärker
- Nichtlinearität und Verzerrung
- Filtertheorie
- Realisierung von Filtern
- Intrinsisches Rauschen (Konzepte)
- Physikalische Rauschursachen
- Rauschparameter
- Mischer
- Oszillatoren
- Phasenregelschleifen (PLLs)

### Lernziele und Kompetenzen:

- Rauschen und Nichtlinearitäten in Anlogschaltungen zu erklären,
  - verschiedene Physikalische Rauschprozesse zu klassifizieren,
  - Frequenzumsetzende System zu implementieren und die dazugehörigen Frequenzpläne und Pegelpläne zu planen,
  - Hochfrequenzoszillatoren und stabilisierende PLL-Schaltungen zu bewerten,
  - Messaufbauten zur Charakterisierung von Rauschen und Nichtlinearitäten zu untersuchen,
  - den inneren Aufbau von Verstärkern zu analysieren, indem dieser mit diskreten Transistorschaltungen aufgebaut wird,
  - komplexe Anlogschaltungen simulativ und analytisch zu analysieren und deren Verhalten im Groß- und Kleinsignalbereich zu charakterisieren,
  - Filterentwürfe durchzuführen und dessen Amplituden- und Phasengang zu bestimmen,
  - sich bei auftretenden Problemen mit weitergehender Literatur selbständig oder durch Diskussion in der Gruppe Lösungsansätze zu erarbeiten.
- 

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Analoge elektronische Systeme (Prüfungsnummer: 65001)

(englische Bezeichnung: Analogue Electronic Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Robert Weigel

---

---

**Modulbezeichnung:** **Angewandte Elektromagnetische Verträglichkeit (AngEMV)** 2.5 ECTS  
 (Applied EMC)

Modulverantwortliche/r: Daniel Kübrich  
 Lehrende: Daniel Kübrich

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Angewandte EMV (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Daniel Kübrich)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Voraussetzung: Modul EMV

---

**Inhalt:**

In der Vorlesung werden die Lerninhalte der Vorlesungen Elektromagnetische Verträglichkeit und EMV-Messtechnik mithilfe von Fallstudien vertieft. Zu diesem Zweck werden verschiedene handelsübliche Geräte unter EMV-Gesichtspunkten analysiert. Die erzeugten Emissionen werden messtechnisch erfasst, mit vorgeschriebenen Grenzwerten verglichen und die durchgeführten Entstörmaßnahmen werden im Hinblick auf ihren Aufwand und ihre Wirksamkeit diskutiert.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- die Ursachen für die Entstehung der EMV-Probleme zu bewerten,
  - Probleme bei den EMV-Messungen zu analysieren und Lösungen zu deren Behebung zu entwickeln,
  - geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der Störpegel und zur Erhöhung der Störfestigkeit zu entwickeln.
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Angewandte Elektromagnetische Verträglichkeit \_ (Prüfungsnummer: 67001)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Daniel Kübrich

---

**Modulbezeichnung: Antennen (Ant)**  
(Antennas)

**5 ECTS**

Modulverantwortliche/r: Martin Vossiek

Lehrende: Jan Schür

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

### Lehrveranstaltungen:

Antennen (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Jan Schür)

Antennen Übung (WS 2019/2020, Übung, Michael Gottinger)

### Empfohlene Voraussetzungen:

- Passive Bauelemente
- Elektromagnetische Felder I
- Hochfrequenztechnik

### Inhalt:

- Einführung (Abstrahlung, Antennentypen, Anwendungsaspekte)
- Grundlagen (Ebene Wellen, Polarisation, Hertzscher Dipol, Kenngrößen)
- Linearantennen (Dipole, Linienquellen)
- Array-Antennen (Arrayfaktor, Verkopplung, Belegungsfunktionen)
- Strahlschwenkung (Phasengesteuerte Arrays, frequenzge-steuerte Arrays)
- Resonante Antennen (Babinets Prinzip, Schlitzantennen, Patch-Antennen)
- Aperturstrahler (Huygens Prinzip, Hornstrahler, Reflektor-antennen)
- Linsenantennen (Strahlenoptik, Linsentypen, künstliche Dielektrika)
- Numerische Berechnungsverfahren (FDTD-Methode, Simulationsbeispiele)
- Breitbandantennen (Winkelprinzip, Spiralantennen, Log.-Per. Antennen, Baluns)
- Systemanwendungen von Antennen (Diversity, Mobilfunk, Radarsysteme)
- Antennen-Messtechnik

### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- lernen analytische und numerische Berechnungsmethoden für Antennen und Funkfelder kennen und anwenden.
- erwerben fundierte Kenntnisse über klassische und spezielle Antennenbauformen und deren Charakteristiken für unterschiedliche Anwendungsgebiete im Kommunikations- und Radarbereich.
- sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von einfachen Antennen, Gruppenantennen und Funkfeldern zu berechnen, darzustellen und zu bewerten.

### Literatur:

- Kraus, Marhefka: Antennas for All Applications, International Edition, McGraw-Hill, Boston, 3rd Edition, 2002.
- Balanis: Antenna Theory, Analysis and Design, John Wiley & Sons, New York, 2nd Edition, 1997.

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Antennen (Vorlesung mit Übung) (Prüfungsnummer: 60001)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Martin Vossiek

---

---

**Modulbezeichnung:** **Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (ADS)** **5 ECTS**  
 (Architectures for Digital Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: Georg Fischer

Lehrende: Georg Fischer, Torsten Reißland, Jens Kirchner

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Torsten Reißland)  
 Übungen zu Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Torsten Reißland)

---

**Inhalt:**

Content:

- Basic algorithms of signal processing (FFT, windowing, digital FIR and IIR-filters)
- Non-idealities of digital filters (quantization of filter coefficients, fixed-point arithmetic)
- CORDIC-architectures
- Architectures of systems with multiple sampling rates (conversion between different sampling rates)
- Digital signal generation
- Measures of performance improvement (pipelining)
- Architecture of digital signal processors
- Applications

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Die Studierenden erlangen Grundlagenkenntnisse der Signaltheorie und können zeit- und wertkontinuierliche sowie zeit- und wertdiskrete Signale im Zeit- und Frequenzbereich definieren und erklären
- Die Studierenden sind in der Lage, ein klassisches Echtzeitsystem zur digitalen Signalverarbeitung konzeptionieren und die Einzelkomponenten nach den Anforderungen zu dimensionieren
- Die Studierenden erlangen einen Überblick über Vor- und Nachteile analoger sowie digitaler Signalverarbeitung
- Die Studierenden verstehen die Theorie der Fourier-Transformation und sind in der Lage, die Vorteile der Fast-Fourier-Transformation in der digitalen Signalverarbeitung zu verstehen und anzuwenden
- Die Studierenden können digitale Filter dimensionieren und beurteilen

Learning objectives and competencies:

Students

- can obtain fundamentals of signal theory and can define as well time-continuous and value-continuous as time-discrete and value-discrete signals in time and frequency domain
  - can construct a realtime digital signal processing system and dimension its components according requirements
  - can review pros and cons of analogue versus digital signal processing
  - can apply fourier transformation and illustrate the advantages of fast fourier transformation in the context of digital signal processing
  - can dimension digital filters and evaluate their performance
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information

and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Architekturen der digitalen Signalverarbeitung\_ (Prüfungsnummer: 60101)

(englische Bezeichnung: Architectures for Digital Signal Processing\_)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Prüfung in elektronischer Form (Multiple-Choice sowie Freitextaufgaben); electronic exam (procedure: multiple-choice and free text)

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Georg Fischer

---

---

**Modulbezeichnung: Auditory Models (AudMo)** **2.5 ECTS**  
(Auditory Models)

Modulverantwortliche/r: Bernd Edler  
Lehrende: Bernd Edler

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Auditory Models (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Bernd Edler)

---

**Inhalt:**

- Main components of the human auditory system
- Common models
- Mechanical models
- Physiological models
- Psychoacoustic models
- Applications (hearing aids, audio coding, . . . )

**Lernziele und Kompetenzen:**

Goals

- Students understand the structure and function of the human auditory system
  - Students gain deeper insight into psychoacoustic phenomena, such as masking, directional and spatial hearing
  - Students implement and evaluate perceptual models for various applications
  - Students collaborate with scientists in the fields of audiology and neuroscience
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Auditory Models (Prüfungsnummer: 68851)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Bernd Edler

---

---

**Modulbezeichnung:** **Ausgewählte Kapitel der Audiodatenreduktion (AKADR)** 2.5 ECTS  
 (Advanced Topics in Perceptual Audio Coding)

Modulverantwortliche/r: Jürgen Herre  
 Lehrende: Jürgen Herre

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Ausgewählte Kapitel der Audiodatenreduktion (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Jürgen Herre)

---

**Inhalt:**

Aufbauend auf anderen Veranstaltungen (insbes. "Sprach- und Audiosignalverarbeitung") vertieft diese Vorlesung das Verständnis moderner Algorithmen zur gehörangepassten Audioquellcodierung. Die Vorlesung beinhaltet einen Überblick über die wichtigsten standardisierten Verfahren, angefangen von MPEG-1 (incl. „mp3“) bis hin zu den aktuellsten Erweiterungen des MPEG-4 Audio Standards. Die wesentlichen Algorithmen werden in ihrer Funktionsweise erläutert, neuartige Ansätze werden vorgestellt. Die ausgewählten Themenschwerpunkte sind u.a.

- Skalierbare Audiocodierung
- Effiziente Codierung mehrerer Audiokanäle / parametrische Multikanalcodierung
- Typische Codierverzerrungen; subjektive und objektive Qualitätsbeurteilung
- Bandbreitenerweiterung
- Halbparametrische Audiocodierung
- Verzögerungsarme Audiocodierung

Die Lehrinhalte werden mit einer Reihe von Demonstrationen und Hörbeispielen verdeutlicht.

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Wissen - Die Studenten kennen die Hauptkomponenten eines gehörangepassten Audiocodecs, sowie die wichtigsten Algorithmen, Codierstrategien und Bewertungsmethoden. Weiterhin kennen sie die Terminologie und gängige Abkürzungen aus diesem Kontext.
- Verstehen - Die Studenten verstehen, wie Designentscheidungen in Audiocodecs die letztendlich erreichte Audioqualität beeinflussen, verstehen die gebräuchlichsten Tools aus dem Bereich der gehörangepasste Audiocodierung und wie verschiedene Anwendungsszenarien das Coderdesign bestimmen.
- Anwenden - Die Studenten können übliche mathematische Analysemethoden verwenden, um einfache Coder-Componenten zu beschreiben und gegebenenfalls zu modifizieren.
- Analysieren - Die Studenten können Audiocodierungs-Standards und wahrnehmungsbasierte Messwerkzeuge dazu analysieren um die zugrundeliegenden Konzepte und Anforderungen zu erfassen.
- Evaluieren (Beurteilen) - Die Studenten können Audiocodierungs-Standards und wahrnehmungsbasierte Messwerkzeuge evaluieren um zu beurteilen, welcher Standard bzw. welches Messwerkzeug das passendste ist für einen bestimmten Anwendungsfall.
- Synthese - Die Studenten können eine Liste von Anforderungen und Bewertungskriterien für Audiocodecs zusammenstellen für gewünschte Anwendungsfälle.
- Lern- bzw. Methodenkompetenz - Die Studenten hinterfragen bestehende Ansätze hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Praxis.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik

(Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Ausgewählte Kapitel der Audiodatenteduktion (Prüfungsnummer: 68751)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Jürgen Herre

---

**Organisatorisches:**

Signale und Systeme I & II

Multimediakommunikation

---

**Modulbezeichnung:** **Ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie (AK SNT)** 5 ECTS  
 (Selected Chapters in Switching Power Supply Technology)

Modulverantwortliche/r: Thomas Dürbaum

Lehrende: Thomas Dürbaum

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Thomas Dürbaum et al.)

Übung zu Ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Erika Stenglein et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Modul *Leistungselektronik*

Modul *Schaltnetzteile*

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Schaltnetzteile

---

**Inhalt:**

In dieser Vorlesung werden die weiterführenden Konzepte der Schaltnetzteiltechnologie behandelt. Nach einer kurzen Wiederholung der Schaltverluste werden folgende Methoden zur Reduktion derselben beispielhaft erörtert:

- Nicht dissipative Entlastungsnetzwerke
- Schalter-resonante Konverter (QRC-ZCS, QRC-ZVS)
- Last-resonante Konverter (FHA, eFHA, SPA)
- Vollbrücke mit Regelung mittels Phasenverschiebung
- PWM-Konverter mit resonanten Schaltübergängen

Die Übung vertieft die in der Vorlesung erarbeiteten Methoden an zusätzlichen Beispielen und demonstriert diese an praktischen Aufbauten.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage:

- Methoden zur Schaltverlustleistungsreduktion anzuwenden,
  - die Funktionsweise nicht dissipativer Entlastungsnetzwerke zu analysieren und diese zu entwickeln,
  - resonante Topologien sowohl der Familie der Schalter- als auch der Last-resonanten Schaltungen zu analysieren sowie die erzielten Ergebnisse zu bewerten,
  - Schalter-resonante Konverter zu entwickeln,
  - Berechnungsmethoden im Bereich Last-resonanter Konverter auf Basis verschiedener Designmethoden (FHA, eFHA, SPA) anzuwenden und zu bewerten,
  - weit verbreitete Konzepte zur Modifikation PWM geregelter Konverter zu verstehen und anzuwenden.
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie\_ (Prüfungsnummer: 60201)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: keine Wdh.

1. Prüfer: Thomas Dürbaum

---

**Modulbezeichnung:** **Ausgewählte Kapitel der Technischen Akustik (AKTA)** **2.5 ECTS**  
(Advanced Course of Technical Acoustics)

Modulverantwortliche/r: Stefan J. Rupitsch  
Lehrende: Stefan J. Rupitsch

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Ausgewählte Kapitel der Technischen Akustik (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Stefan J. Rupitsch)

**Inhalt:**

- Nichtlineare Wellenausbreitung in Gasen und Flüssigkeiten
- Akustische Wellen in festen Körpern
- Unterwasserschall (Hydroakustik)
- Ultraschall - Erzeugung, Detektion und Anwendung
- Aeroakustik: Schallerzeugung durch Strömung
- Physiologische und psychologische Akustik
- Lärm

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- verstehen die physikalischen Effekte bei der nichtlinearen Wellenausbreitung
- unterscheiden zwischen Beschreibungsformen der Wellenausbreitung in festen Körpern
- kennen Sonarverfahren
- verstehen die Anwendungen von Ultraschall in der Medizin sowie in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung
- verstehen die Schallerzeugung durch Strömung und wichtige Verfahren zur messtechnisch Charakterisierung der relevanten physikalischen Größen
- sind in der Lage die menschliche Stimmgebung und das menschliche Gehör zu beschreiben
- kennen die Auswirkungen von Lärm auf den menschlichen Körper

**Literatur:**

R. Lerch, G. Sessler, D. Wolf. "Technische Akustik: Grundlagen und Anwendungen." Springer, 2009.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Ausgewählte Kapitel der Technischen Akustik (Prüfungsnummer: 67301)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Stefan J. Rupitsch

---

**Modulbezeichnung:** Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen (EAM-BAEM-V) 5 ECTS  
(Calculation and design of electrical machines)

Modulverantwortliche/r: Ingo Hahn  
Lehrende: Ingo Hahn

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen (SS 2020, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Ingo Hahn)  
Übungen zu Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen (SS 2020, Übung, 2 SWS, Marco Eckstein)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorlesung: Elektrische Maschinen I  
Übung: Elektrische Maschinen I

---

**Inhalt:**

**Ziel:**

Die Studierenden sind nach der Teilnahme an der Veranstaltung in der Lage, die grundsätzlichen Methoden zur Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen anzuwenden, vorgegebene Magnetkreise elektrischer Maschinen zu analysieren und zu bewerten, sowie die aktiven Baugruppen und Bauteile einer elektrischen Maschine zu entwickeln.

**Aim:**

After the participation in the course the students are able to apply the basic concepts and methods of the calculation and design of electrical machines, to analyze and to evaluate some given magnetic circuits, and to create the active parts of an electrical machine.

**Inhalt:**

Berechnungsmethoden:

Physikalische Vorgänge in elektrischen Maschinen; Maxwellsche Gleichungen in integraler und differentieller Form; Mechanismen der Krafterzeugung; einfaches Spulenmodell als elektrische Elementarmaschine; Wicklungsanalyse; Wicklungsentwurf; Nutenspannungsstern; Magnetkreisanalyse; magnetisches Netzwerk; magnetische Widerstände und Leitwerte; Streuleitwerte; Finite-Differenzen-Methode; Finite-Elemente-Methode; Thermisches Verhalten;

Entwurf und Auslegung:

Strombelag; Luftspaltflussdichte; Kraftdichte; Entwurfsmodell für elektrische Maschinen; Wachstumsgesetze; Auslegung elektrischer Maschinen; Analytisch-numerische Methoden; Optimierungsmethoden

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an dieser Vorlesung sind die Studierenden in der Lage,

- die grundsätzlichen Methoden zur Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen anzuwenden und das dynamische, sowie stationäre Betriebsverhalten elektrischer Maschinen vorauszusagen,
- vorgegebene Magnetkreise und Wickelschemata elektrischer Maschinen zu untersuchen, vergleichend gegenüberzustellen und hinsichtlich der Auswirkungen auf die Betriebseigenschaften der elektrischen Maschine zu charakterisieren. Sie können für spezielle Vorgaben an das Betriebsverhalten geeignete Magnetkreisstrukturen und Wickelschemata auswählen,
- gegebene aktive Bauteile und Baugruppen in elektrischen Maschinen bezüglich deren Einfluss auf das zu erwartende Betriebsverhalten zu bewerten und sich ggfs. für eine gezielte Modifikation der Bauteile und Baugruppen zu entscheiden,
- die elektromagnetischen Bauteile und Baugruppen elektrischer Maschinen selbständig zu konzipieren, im Detail auszuarbeiten und zu entwickeln, um gegebene Anforderungen an das Betriebsverhalten der elektrischen Maschine zu erfüllen.

**Literatur:**

Vorlesungsskript

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen\_ (Prüfungsnummer: 60401)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Ingo Hahn

---

---

**Modulbezeichnung:** Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (BKE) 5 ECTS  
(Equipment and components of electrical energy systems)

Modulverantwortliche/r: Matthias Luther  
Lehrende: Matthias Luther

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Matthias Luther)  
Übungen zu Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Tobias Deß)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Grundlagen der elektrischen Energieversorgung

---

**Inhalt:**

Die Vorlesung beschäftigt sich mit den Betriebsmitteln und Komponenten elektrischer Energiesysteme. Als Einleitung bekommen die Studierenden einen Überblick über die Struktur und den Aufbau der elektrischen Energieversorgung. Anschließend werden die notwendigen Berechnungsgrundlagen für die Modellierung der Komponenten erläutert.

Im Hauptteil werden die einzelnen Betriebsmittel der elektrischen Energieversorgung vorgestellt und auf die mathematische Modellierung ihres Verhaltens eingegangen.

Des Weiteren wird auf die Kriterien zur Dimensionierung von kompletten Anlagen, Komponenten und einzelnen Betriebsmitteln eingegangen. Abschließend werden die aktuellen Entwicklungen in der Leistungselektronik und Speichertechnik vorgestellt und erläutert.

Gliederung:

1. Einführung: Grundlagen elektrischer Energiesysteme
2. Berechnungsgrundlagen
3. Ersatzschaltungen und Kenndaten von Betriebsmitteln
  - Freileitungen
  - Kabel
  - Transformatoren
  - Generatoren
  - Lasten
  - Kompensationseinrichtungen
4. Aufbau und Komponenten von Schaltanlagen
5. Bemessung und Auslegung von Anlagen und Betriebsmitteln
6. Leistungselektronische Komponenten
7. Speicher

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studenten

- kennen die charakteristischen Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme der Primär- und Sekundärtechnik (Freileitungen, Kabel, Transformatoren, Generatoren, Lasten, Kompensationsanlagen, Leistungselektronik, Speicher, Schutzgeräte und weitere),
- kennen die Grundsätze bei Planung und Betrieb von elektrischen Anlagen,
- verstehen den konstruktiven Aufbau und die grundlegenden Funktionen einzelner Betriebsmittel und Komponenten,
- verstehen das Zusammenwirken von Betriebsmitteln und Komponenten in elektrischen Energiesystemen,

- wenden die erworbenen Fähigkeiten zur elektrischen Nachbildung von Betriebsmitteln und Komponenten an,
- wenden die erworbenen Berechnungsgrundlagen in realitätsnahen Aufgabenstellungen an,
- wenden Bemessungsgrundlagen in Anwendungsfällen für Anlagen und Betriebsmittel an und
- können die Problemstellungen bei der Planung und dem Betrieb von elektrischen Anlagen verstehen und die Methoden der Lösung anwenden.

**Literatur:**

- Herold: Elektrische Energieversorgung II. Parameter elektrischer Stromkreise - Freileitungen und Kabel - Transformatoren, J. Schlembach Fachverlag, 2. Auflage, 2008 und 2010.
- Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 8. Auflage, 2016.
- Schwab, A.: Elektroenergiesysteme, Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie Springer-Verlag, 2.Auflage 2009.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (Prüfungsnummer: 65111)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Matthias Luther

---

---

**Modulbezeichnung:** Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (BVE) 5 ECTS  
 (Operational Behaviour of Electrical Energy Systems)

Modulverantwortliche/r: Matthias Luther  
 Lehrende: Matthias Luther

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Matthias Luther)  
 Übung zu Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (SS 2020, Übung, 2 SWS, Simon Resch)

---

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme

---

**Inhalt:**

Die Vorlesung beschäftigt sich mit den Grundlagen des Betriebsverhaltens elektrischer Energiesysteme. Der Schwerpunkt liegt auf der Auslegung und dem Betrieb elektrischer Übertragungsnetze. Dabei wird sowohl auf die Transportaufgabe des Systems als auch auf die Erbringung von Systemdienstleistungen eingegangen (z.B. Frequenz- und Spannungsregelung).

Zu Beginn der Vorlesung bekommen die Studierenden einen Überblick über die Aufgaben der Systemanalyse von elektrischen Energieversorgungssystemen und es werden die notwendigen Grundlagen zur Durchführung von Netzberechnungen erläutert.

Anschließend werden Netze im stationären Betrieb betrachtet. Hierfür wird die Methodik der Leistungsfluss- und der Kurzschlussstromberechnung erläutert. In diesem Zusammenhang wird auch auf den Einfluss der Sternpunktbehandlung und Erdung eingegangen.

Weiterhin wird die Thematik der Systemstabilität behandelt, welche die Polradwinkel-, Spannungs- und Frequenzstabilität elektrischer Energiesysteme beinhaltet. Abschließend wird auf die Leistungs-Frequenz-Regelung und die Spannungsregelung elektrischer Energiesysteme behandelt.

**Gliederung:**

1. Aufgaben und Grundlagen der Systemanalyse
2. Grundlagen der Netzberechnung
3. Stationäre Netzberechnungen
4. Kurzschlussstromberechnung
5. Stabilität
6. Netzregelung und Systemführung

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studenten

- kennen die typischen Netzstrukturen elektrischer Energiesysteme,
- kennen die Grundlagen der Netzbetriebsführung,
- verstehen das grundsätzliche Verhalten elektrischer Energiesysteme im gestörten und ungestörten Betrieb,
- verstehen die Ursachen und Charakteristik von lokalen und überregionalen Ausgleichsvorgängen in elektrischen Energiesystemen,
- wenden ingenieurwissenschaftliche Herangehensweisen zur Untersuchung realer Szenarien an,
- analysieren die Erbringung von Systemdienstleistungen (Frequenzhaltung, Spannungshaltung, Versorgungswiederaufbau und Betriebsführung) in Verbundsystemen,
- analysieren systematisch das Systemverhalten mit Hilfe mathematischer Verfahren im stationären und dynamischen Betrieb,
- analysieren Ursachen des Systemverhaltens anhand von Aufzeichnungen aus dem Betrieb großer Verbundsysteme und
- analysieren Konzepte zur Verbesserung des Systemverhaltens elektrischer Energiesysteme.

**Literatur:**

- Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 8. Auflage, 2016.

- Schwab, A.: Elektroenergiesysteme, Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie Springer-Verlag, 2.Auflage 2009.
- Herold: Elektrische Energieversorgung III und IV, J. Schlembach Fachverlag, 2. Auflage, 2008 und 2003

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (Prüfungsnummer: 65211)

(englische Bezeichnung: Operational Behaviour of Electrical Energy Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Matthias Luther

---

### Organisatorisches:

Für die Lehrveranstaltung werden die Inhalte der nachfolgend genannten Lehrveranstaltungen vorausgesetzt:

- Grundlagen der elektrischen Energieversorgung
- Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme

**Modulbezeichnung: Bildgebende Radarsysteme (RAS)**  
 (Imaging Radar Systems)

**5 ECTS**

Modulverantwortliche/r: Martin Vossiek  
 Lehrende: Martin Vossiek

Startsemester: WS 2019/2020  
 Präsenzzeit: 60 Std.

Dauer: 1 Semester  
 Eigenstudium: 90 Std.

Turnus: jährlich (WS)  
 Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Bildgebende Radarsysteme (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Martin Vossiek)  
 Bildgebende Radarsysteme Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Assistenten)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Empfohlene Voraussetzungen:
- Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten
  - Hochfrequenztechnik
  - Signale und Systeme

**Inhalt:**

In vielen sehr aktuellen Innovationsfeldern wie etwa im Bereich der Robotik / der fahrerlosen Systeme, der Kfz-Sensorik, der Sicherheitstechnik, der Fernerkundung und der Umwelttechnik, der Medizin oder im Bereich „Internet der Dinge“ spielen bildgebende Hochfrequenzsysteme eine zentrale Rolle. Bildgebende Hochfrequenzsysteme erfassen die Umwelt - was die Basis für jegliche autonome und flexible Entscheidungen ist - und sie können Erkenntnisse über visuell nicht zugängliche Strukturen gewinnen. Die Vorlesung behandelt die systemtheoretischen Grundlagen, die Komponenten und Radar-/Radiometer-Systemkonzepte sowie die Signalverarbeitungsverfahren bildgebender Hochfrequenzsysteme. Die Vorlesung umfasst die folgenden Kapitel:

- Einführung
- Systemtheorie bildgebender Hochfrequenzsysteme
- Radartechnik
- Direkt abbildende Verfahren und Systeme
- Synthetic Aperture Radar (SAR)
- Polarimetrie
- Radiometrische Bildgebung

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erwerben fundierte Kenntnisse über bildgebende aktive und passive Radarverfahren basierend auf realen und synthetischen Aperturen und können diese gegenüberstellen, charakterisieren und aufgabenbezogen auswählen;
- können die physikalischen Grundlagen, die Systemtheorie, Verfahren und Konzepte, Auswerteprozesse, Bildgebungsalgorithmen und Anwendungsmöglichkeiten moderner bildgebender Hochfrequenzsysteme erläutern, anwenden und diskutieren;
- können die physikalischen Möglichkeiten und Grenzen bei der Erfassung und Erkennung von Strukturen / Objekten einschätzen und in der Praxis überprüfen;
- sind in der Lage, Systemabschätzungen vorzunehmen und die Einsetzbarkeit von Radarsystemen in den Bereichen Diagnose / Subsurface Sensing, Nahbereichsabbildung und Fernerkundung zu bewerten sowie eigene Systemkonzepte auszuarbeiten und zu gestalten.

**Literatur:**

- "Sensors for Ranging and Imaging", Graham Brooker, Scitech Publishing Inc. 2009.
- "Radar mit realer und synthetischer Apertur", H. Klausing, W. Holpp, Oldenbourg 1999.
- "Radar Handbook", Meril I. Skolnik, McGraw-Hill 2008.
- "Introduction to Subsurface Imaging", Bahaa Saleh, Cambridge 2011.
- "Microwave Radiometer Systems", Niels Skou, David Le Vine, 2nd ed., Artech House 2006.
- "Digital Image Processing", Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Prentice Hall 2007.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Bildgebende Radarsysteme (Prüfungsnummer: 63811)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Bei geringer Hörerzahl findet die Prüfung mündlich (30min) statt. Der Modus wird vor der Prüfungsanmeldung bekannt gegeben.

Erstabledung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Martin Vossiek

---

---

**Modulbezeichnung:** CAE von Sensoren und Aktoren (CAE) 5 ECTS  
 (CAE of Sensors and Actuators)

Modulverantwortliche/r: Stefan J. Rupitsch  
 Lehrende: Stefan J. Rupitsch, Michael Nierla

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

CAE von Sensoren und Aktoren (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Michael Nierla)  
 Übungen zu CAE von Sensoren und Aktoren (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Daniel Kiefer)

---

**Inhalt:**

In dieser Lehrveranstaltung werden den Studierenden verschiedene numerische Verfahren zur computergestützten Simulation von elektromechanischen Sensoren und Aktoren anhand von praktischen Beispielen vermittelt. Dabei werden zuerst in einer kurzen Einführung die Grundlagen der Finiten-Elemente-Methode erläutert. Schwerpunkt der Vorlesung bildet die physikalische Modellierung des elektromagnetischen, mechanischen und akustischen Feldes.

In this course, the students are taught various numerical methods concerning the simulation of electro-mechanical sensors and actuators with the help of practical examples. The course starts with a short introduction to the Finite Element Method. The focus of the course lies on the physical modelling of electromagnetic, mechanical and acoustic fields.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Mit den in dieser Lehrveranstaltung vermittelten Kenntnissen soll der Student in der Lage sein, Finite-Elemente-Simulationen für den Designprozess von modernen Sensoren und Aktoren anzuwenden (Wirbelstromsensor, Magnetventil, Oberflächenwellenfilter, Ultraschall-Distanzsensor usw.).

Die Studierenden

- kennen und erläutern die Grundlagen der Finiten-Elemente-Methode (schwache Formulierung, Diskretisierung, Lösen linearer Gleichungssysteme)
- kennen die Grundgleichungen der behandelten Feldprobleme (Akustik, Elektrostatik, Magnetik und Mechanik) und verstehen deren Aussage
- verwenden kommerzielle Simulationsprogramme (Comsol, Matlab) zur Lösung von einfachen Problemstellungen aus den besprochenen Feldproblemen
- wählen zur Lösung der gestellten Aufgaben geeignete Analyseverfahren (statische, transiente, harmonische, Eigenfrequenz)
- überprüfen ihre Ergebnisse mit Hilfe von analytischen Formeln und geeigneten Visualisierungen (Graphen, Konturverläufe, Potentiallinien)
- organisieren selbständig die Bearbeitung der Übungsaufgaben
- formulieren und präsentieren ihre Ergebnisse

After this course, the students shall be able to apply Finite Element Simulations to the design process of modern sensors and actuators (eddy current sensors, magnetic valves, surface acoustic wave (saw) filters, ultrasound distance sensors etc.).

The students

- know and explain the basics of the Finite Element Method (weak formulation, discretization, solution of linear systems of equations)
- know the basic equations of the taught physical fields (acoustics, electrostatics, magnetics and mechanics) and understand their meaning
- use commercial simulation tools (Comsol, Matlab) to solve simple problems, which deal with the discussed physical fields
- select appropriate analysis techniques to solve the given problems (static, transient, harmonic, eigenfrequency analysis)
- verify the calculated results by means of analytic formulas and suitable visualizations (graphs, contour plots, potential curves)
- organize their work on the exercise task self-dependently

- formulate and present their results

**Literatur:**

Kaltenbacher, M.: Numerical Simulation of Mechatronic Sensors and Actuators, 3rd edition, Springer 2015  
Lerch, R.; Sessler, G.; Wolf, D.: Technische Akustik, Springer 2009  
Ida, N.; Bastos, J. P. A.: Electromagnetics and Calculation of Fields, Springer 1997  
Ziegler, F.: Mechanics of Solids and Fluids, Springer 1995

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

CAE von Sensoren und Aktoren\_ (Prüfungsnummer: 60801)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben ist nötig für Zulassung zur Prüfung

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Stefan J. Rupitsch

---

---

**Modulbezeichnung:** CAE von Sensoren und Aktoren (CAE) 7.5 ECTS  
 (CAE of Sensors and Actuators)

Modulverantwortliche/r: Stefan J. Rupitsch  
 Lehrende: Michael Nierla, Daniel Kiefer

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 135 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

CAE von Sensoren und Aktoren (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Michael Nierla)  
 Übungen zu CAE von Sensoren und Aktoren (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Daniel Kiefer)  
 Projektübung zu CAE von Sensoren und Aktoren (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Daniel Kiefer)

---

**Inhalt:**

In dieser Lehrveranstaltung werden den Studierenden verschiedene numerische Verfahren zur computergestützten Simulation von elektromechanischen Sensoren und Aktoren anhand von praktischen Beispielen vermittelt. Dabei werden zuerst in einer kurzen Einführung die Grundlagen der Finiten-Elemente-Methode erläutert. Schwerpunkt der Vorlesung bildet die physikalische Modellierung des elektromagnetischen, mechanischen und akustischen Feldes.

In this course, the students are taught various numerical methods concerning the simulation of electro-mechanical sensors and actuators with the help of practical examples. The course starts with a short introduction to the Finite Element Method. The focus of the course lies on the physical modelling of electromagnetic, mechanical and acoustic fields.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Mit den in dieser Lehrveranstaltung vermittelten Kenntnissen soll der Student in der Lage sein, Finite-Elemente-Simulationen für den Designprozess von modernen Sensoren und Aktoren anzuwenden, Oberflächenwellenfilter, Ultraschall-Distanzsensor usw.).

Die Studierenden

- kennen und erläutern die Grundlagen der Finiten-Elemente-Methode (schwache Formulierung, Diskretisierung, Lösen linearer Gleichungssysteme)
- kennen die Grundgleichungen der behandelten Feldprobleme (Akustik, Elektrostatik, Magnetik und Mechanik) und verstehen deren Aussage
- verwenden kommerzielle Simulationsprogramme (Comsol, Matlab) zur Lösung von einfachen Problemstellungen aus den besprochenen Feldproblemen
- wählen zur Lösung der gestellten Aufgaben geeignete Analyseverfahren (statische, transiente, harmonische, Eigenfrequenz)
- überprüfen ihre Ergebnisse mit Hilfe von analytischen Formeln und geeigneten Visualisierungen (Graphen, Konturverläufe, Potentiallinien)
- organisieren selbständig die Bearbeitung der Übungsaufgaben
- formulieren und präsentieren ihre Ergebnisse

After this course, the students shall be able to apply Finite Element Simulations to the design process of modern sensors and actuators (eddy current sensors, magnetic valves, surface acoustic wave (saw) filters, ultrasound distance sensors etc.).

The students

- know and explain the basics of the Finite Element Method (weak formulation, discretization, solution of linear systems of equations)
- know the basic equations of the taught physical fields (acoustics, electrostatics, magnetics and mechanics) and understand their meaning
- use commercial simulation tools (Comsol, Matlab) to solve simple problems, which deal with the discussed physical fields
- select appropriate analysis techniques to solve the given problems (static, transient, harmonic, eigenfrequency analysis)
- verify the calculated results by means of analytic formulas and suitable visualizations (graphs, contour plots, potential curves)

- organize their work on the exercise task self-dependently
- formulate and present their results

**Literatur:**

Kaltenbacher, M.: Numerical Simulation of Mechatronic Sensors and Actuators, 3rd edition, Springer 2015  
Ida, N.; Bastos, J. P. A.: Electromagnetics and Calculation of Fields, Springer 1997  
Ziegler, F.: Mechanics of Solids and Fluids, Springer 1995

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

CAE von Sensoren und Aktoren mit Projektübung (Prüfungsnummer: 60811)

(englische Bezeichnung: CAE of Sensors and Actuators)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

1. Klausur, schriftlich, 90 Min., Anteil an Berechnung der Modulnote 80 %

2. Projektübung, Simulationsprojekt und Präsentation, Anteil an Berechnung der Modulnote 20 %

Weitere Erläuterungen:

erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben ist nötig für Zulassung zur Prüfung

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Stefan J. Rupitsch

---

**Modulbezeichnung:** **Computerunterstützte Messdatenerfassung (CM)** **5 ECTS**  
(Computer Aided Data Acquisition)

Modulverantwortliche/r: Stefan J. Rupitsch  
Lehrende: Stefan J. Rupitsch, Michael Ponschab

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Computerunterstützte Messdatenerfassung (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Stefan J. Rupitsch)  
Übungen zu Computerunterstützte Messdatenerfassung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Michael Fink et al.)

**Inhalt:**

Buch: "Elektrische Messtechnik", 7. Aufl. 20016, Springer Verlag, Kap. 11, 13, 15 bis 20

- Analoge Messschaltungen
- Digitale Messschaltungen
- AD-/DA-Wandler
- Messsignalverarbeitung und Rauschen
- Korrelationsmesstechnik
- Rechnergestützte Messdatenerfassung
- Bussysteme
- Grundlagen zu Speicherprogrammierbaren Steuerungen

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- kennen die grundlegenden Konzepte und Schaltungen bei der Messung elektrischer Größen
- wählen geeignete Verfahren zur Analyse elektrischer Netzwerke und wenden diese an
- verstehen prinzipielle Methoden der Elektrischen Messtechnik, wie die Korrelationsmesstechnik
- interpretieren Messergebnisse anhand von Methoden der Fehlerrechnung
- kennen Ursachen von Rauschen in elektrischen Netzwerken
- analysieren das Rauschverhalten in elektrischen Netzwerken
- führen Dimensionierungen von Mess- und Auswerteschaltungen durch
- kennen wichtige Hard- und Software-Komponenten zur rechnergestützten Messdatenerfassung
- verstehen Grundprinzipien und Grundsaltungen von AD-/DA-Wandlern
- vergleichen analoge und digitale Verfahren zur Auswertung und Konditionierung von Messsignalen
- kennen und bedienen Messdatenerfassungssysteme für die Laborautomation und die Prozesstechnik

**Literatur:**

Lerch, R.; Elektrische Messtechnik; 7. Aufl. 2016, Springer Verlag  
Lerch, R.; Elektrische Messtechnik - Übungsbuch; 2. Aufl. 2005, Springer Verlag

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Computerunterstützte Messdatenerfassung\_ (Prüfungsnummer: 23401)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Stefan J. Rupitsch

---

---

**Modulbezeichnung:** Convex Optimization in Communications and Signal Processing (ConvOpt) **5 ECTS**  
 (Convex Optimization in Communications and Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: Wolfgang Gerstacker  
 Lehrende: Wolfgang Gerstacker

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Convex Optimization in Communications and Signal Processing (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Wolfgang Gerstacker)  
 Tutorial for Convex Optimization in Communications and Signal Processing (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Viktoria Schram)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Signals and Systems, Communications

---

**Inhalt:**

Convex optimization problems are a special class of mathematical problems which arise in a variety of practical applications. In this course we focus on the theory of convex optimization, corresponding algorithms, and applications in communications and signal processing (e.g. statistical estimation, allocation of resources in communications networks, and filter design). Special attention is paid to recognizing and formulating convex optimization problems and their efficient solution. The course is based on the textbook "Convex Optimization" by Boyd and Vandenberghe and includes a tutorial in which many examples and exercises are discussed.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Students

- characterize convex sets and functions,
- recognize, describe and classify convex optimization problems,
- determine the solution of convex optimization problems via the dual function and the KKT conditions,
- apply numerical algorithms in order to solve convex optimization problems,
- apply methods of convex optimization to different problems in communications and signal processing

**Literatur:**

Boyd, Steven ; Vandenberghe, Lieven: Convex Optimization. Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2004

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Convex Optimization in Communications and Signal Processing (Prüfungsnummer: 68501)

(englische Bezeichnung: Convex Optimization in Communications and Signal Processing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Wolfgang Gerstacker

---

---

**Modulbezeichnung: Digitale Regelung (DIR)**  
 (Digital Control)

**5 ECTS**

Modulverantwortliche/r: Andreas Michalka

Lehrende: Andreas Michalka, Julian Dahlmann

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Digitale Regelung (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Andreas Michalka)

Übungen zu Digitale Regelung (SS 2020, Übung, 2 SWS, Julian Dahlmann)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Es wird empfohlen folgende UnivIS-Module zu absolvieren, bevor dieses UnivIS-Modul belegt wird:

- Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) (WS 2017/2018) oder Einführung in die Regelungstechnik (ERT) (WS 2017/2018)
- Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B) (WS 2017/2018)

---

**Inhalt:**

Es werden Aufbau u. mathematische Beschreibung digitaler Regelkreise für LZI-Systeme sowie Verfahren zu deren Analyse und Synthese betrachtet:

- quasikontinuierliche Beschreibung und Regelung der Strecke unter Berücksichtigung der DA- bzw. AD-Umsetzer
- zeitdiskrete Beschreibung der Regelstrecke als Zustandsgleichung oder z-Übertragungsfunktion
- Analyse von Abtastsystemen, Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit
- Regelungssynthese: Steuerungsentwurf, Zustandsregelung und Beobachterentwurf, Störungen im Regelkreis, Berücksichtigung von Totzeiten, „Intersampling-Verhalten“.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erläutern Aufbau und Bedeutung digitaler Regelkreise.
- leiten mathematische Beschreibungen des Abtastsystems in Form von Zustandsgleichungen oder z-Übertragungsfunktionen her.
- analysieren Abtastsysteme und konzipieren digitale Regelungssysteme auf Basis quasikontinuierlicher sowie zeitdiskreter Vorgehensweisen.
- entwerfen Steuerungen, Regelungen und Beobachter und bewerten die erzielten Ergebnisse.
- diskutieren abtastregelungsspezifische Effekte und bewerten Ergebnisse im Vergleich mit dem kontinuierlichen Systemverhalten.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Digitale Regelung (Prüfungsnummer: 73601)  
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90  
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021  
1. Prüfer: Andreas Michalka

---

---

**Modulbezeichnung:** **Digitale Signalverarbeitung (DSV)** **5 ECTS**  
 (Digital Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: Walter Kellermann  
 Lehrende: Walter Kellermann, Andreas Brendel

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Digitale Signalverarbeitung (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Walter Kellermann)  
 Ergänzungen und Übungen zur Digitalen Signalverarbeitung (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Andreas Brendel et al.)  
 Tutorium zur Digitalen Signalverarbeitung (WS 2019/2020, Tutorium, 1 SWS, Andreas Brendel)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorlesung Signale und Systeme I & II

---

**Inhalt:**

The course assumes familiarity with basic theory of discrete-time deterministic signals and linear systems and extends this by a discussion of the properties of idealized and causal, realizable systems (e.g., lowpass, Hilbert transformer) and corresponding representations in the time domain, frequency domain, and z-domain. Thereupon, design methods for recursive and nonrecursive digital filters are discussed. Recursive systems with prescribed frequency-domain properties are obtained by using design methods for Butterworth filters, Chebyshev filters, and elliptic filters borrowed from analog filter design. Impulse-invariant transform and the Prony-method are representatives of the considered designs with prescribed time-domain behaviour. For nonrecursive systems, we consider the Fourier approximation in its original and its modified form introducing a broad selection of windowing functions. Moreover, the equiripple approximation is introduced based on the Remez-exchange algorithm.

Another section is dedicated to the Discrete Fourier Transform (DFT) and the algorithms for its fast realizations ('Fast Fourier Transform'). As related transforms we introduce cosine and sine transforms. This is followed by a section on nonparametric spectrum estimation. Multirate systems and their efficient realization as polyphase structures form the basis for describing analysis/synthesis filter banks and discussing their applications.

The last section is dedicated to investigating effects of finite wordlength as they are unavoidable in any realization of digital signal processing systems.

A corresponding lab course on DSP will be offered in the winter term.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- analysieren zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme durch Ermittlung der beschreibenden Funktionen und Parameter
- wenden grundlegende Verfahren zum Entwurf zeitdiskreter Systeme an und evaluieren deren Leistungsfähigkeit
- verstehen die Unterschiede verschiedener Methoden zur Spektralanalyse und können damit vorgegebene Signale analysieren
- verstehen die Beschreibungsmethoden von Multiraten-Systemen und wenden diese zur Beschreibung von Filterbänken an
- kennen elementare Methoden zur Analyse von Effekten endlicher Wortlängen und wenden diese auf zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme an

The students

- analyze discrete-time linear time-invariant systems by determining the describing function and parameters
- apply fundamental approaches for the design of discrete-time systems and evaluate their performance
- understand the differences between various methods for spectral analysis and apply them to the analysis of given signals

- understand methods to represent multirate systems and apply them for the representation of filter banks
- know basic methods for the analysis of finite word length effects and apply them to discrete-time linear time-invariant systems.

**Literatur:**

**Empfohlene Literatur/ Recommended Reading:**

1. J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.
2. A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.
3. K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Digitale Signalverarbeitung (Prüfungsnummer: 35001)

(englische Bezeichnung: Digital Signal Processing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Walter Kellermann

---

---

**Modulbezeichnung:** **Digitale elektronische Systeme (DES)** **5 ECTS**  
 (Digital Electronic Systems)

Modulverantwortliche/r: Robert Weigel  
 Lehrende: Robert Weigel

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: unregelmäßig
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Digitale elektronische Systeme (SS 2020, Vorlesung, 3 SWS, Robert Weigel)  
 Übungen zu Digitale elektronische Systeme (SS 2020, Übung, 1 SWS, Timo Mai)

---

**Inhalt:**

- Analog-Digital-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen
- Digital-Analog-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen
- Programmierbare Logikschaltungen (PLD, FPGA): Grundlegende Konzepte, Kategorien, Hardwarearchitekturen
- Digitale-Filter: Theorie, Eigenschaften, Entwicklung und Implementierung und IIR und FIR Filtern

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Die Studierenden verstehen die Hardwarearchitekturen und Funktionsweisen von Komponenten digitaler Elektronischer Systeme wie Digital-Analog-Umsetzer, Analog-Digital Umsetzer, PLDs und FPGAs und können diese erläutern
- Die Studierenden Verstehen die Qualitätsmerkmale von Digitalen Elektronischen Komponenten, können diese auf konkrete Komponenten anwenden und somit die Qualität von digitalen Elektronischen Komponenten anhand der in Datenblättern typischer Weise gegebenen Qualitätsmerkmale evaluieren
- Die Studierenden können die Einflüsse von nichtidealen Bauelementen auf digitale elektronische Systeme analysieren
- Die Studierenden verstehen die Funktion, die Eigenschaften, die Entwicklungsmethodik sowie die Implementierung von digitalen Filtern und könne diese erläutern

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Digitale elektronische Systeme (Prüfungsnummer: 60901)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Robert Weigel

---

---

**Modulbezeichnung:** **Digitale Übertragung (DÜ)** **5 ECTS**  
 (Digital Communications)

Modulverantwortliche/r: Robert Schober, Laura Cottatellucci

Lehrende: Robert Schober

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Digitale Übertragung (SS 2020, Vorlesung, 3 SWS, Robert Schober)

Übungen zur Digitalen Übertragung (SS 2020, Übung, 1 SWS, Lukas Brand et al.)

---

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Nachrichtentechnische Systeme

---

**Inhalt:**

Alle modernen Kommunikationssysteme basieren auf digitalen Übertragungsverfahren. Diese Vorlesung befasst sich mit den Grundlagen der Analyse und des Entwurfs digitaler Sender und Empfänger. Dabei wird zunächst von einem einfachen Kanalmodell bei dem das Empfangssignal nur durch additives weißes Gaußsches Rauschen gestört wird ausgegangen. Im Verlauf der Vorlesung werden aber auch Kanäle mit unbekannter Phase sowie verzerrende Kanäle betrachtet. Behandelt werden unter anderem digitale Modulationsverfahren (z.B. Pulsamplitudenmodulation (PAM), digitale Frequenzmodulation (FSK), und Kontinuierliche-Phasenmodulation (CPM)), Orthogonalkonstellationen, das Nyquistkriterium in Zeit- und Frequenzbereich, optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren, die Signalraumdarstellung digital modulierter Signale, verschiedene Entzerrungsverfahren, und Mehrträger-Übertragungsverfahren.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- analysieren und klassifizieren digitale Modulationsverfahren hinsichtlich ihrer Leistungs- und Bandbreiteneffizienz sowie ihres Spitzenwertfaktors,
- ermitteln notwendige Kriterien für impulsinterferenzfreie Übertragung,
- charakterisieren digitale Modulationsverfahren im Signalraum,
- ermitteln informationsverlustfreie Demodulationsverfahren,
- entwerfen optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren,
- vergleichen verschiedene Entzerrungsverfahren hinsichtlich deren Leistungsfähigkeit und Komplexität,
- entwerfen einfache digitale Übertragungssysteme mit vorgeschriebenen Leistungs- und Bandbreiteneffizienzen sowie Spitzenwertfaktoren.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Digitale Übertragung (Prüfungsnummer: 35101)

(englische Bezeichnung: Digital Communications)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Robert Schober

---

**Modulbezeichnung:** Elektrische Antriebstechnik I (EAM-E\_Antriebe I-V) 5 ECTS  
(Electrical Drives (Part I))

Modulverantwortliche/r: Ingo Hahn  
Lehrende: Ingo Hahn

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Elektrische Antriebstechnik I (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Ingo Hahn)  
Übungen zu Elektrische Antriebstechnik I (SS 2020, Übung, 2 SWS, Marco Eckstein)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorlesung und Übung Leistungselektronik wird sehr empfohlen!

**Inhalt:**

**1. Einleitung**

Generelle Aspekte  
Folgerungen für die Vorlesung Elektrische Antriebstechnik  
Blockschaltbild eines Drehstromantriebssystems

**2. Grundlagen**

2.1 Motor und Lastmaschine  
2.2 Übersicht der elektrischen Antriebe

**3. Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen**

**4. Übersicht Drehstromantriebe**

**5. Stromrichter mit Gleichspannungs-Zwischenkreis (Drehstrom)**

5.1 Variable Zwischenkreisspannung und blockförmige Motorspannung  
5.2 Konstante Zwischenkreisspannung und sinusförmiger Motorstrom  
5.3 Konstante Zwischenkreisspannung und blockförmiger Motorstrom

**6. Netzgeführte Stromrichter**

6.1 Netzgeführte Stromrichter für Gleichstromantriebe  
6.2 Netzgeführte Stromrichter für Drehstromantriebe  
6.2.1 Stromrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis  
6.2.2 Direktumrichter

**7. Andere Topologien**

7.1 Matrixumrichter  
7.2 Doppeltgespeiste Asynchronmaschine

**8. Digitale Regelung und Steuerung (Hardware)**

8.1 Blockschaltbild  
8.2 Microcontroller  
8.3 PLD, FPGA, ASIC  
8.4 Zeitscheiben und Interrupt  
8.5 Abtastung

**9. Drehzahl- und Positionsgeber**

9.1 Analogtacho  
9.2 Impulsgeber  
9.3 Resolver

**Lernziele und Kompetenzen:**

**Ziel:**

Die Studierenden sind in der Lage, die Baugruppen antriebstechnischer Systeme von der Mechanik über die Motoren und leistungselektronischer Stellglieder zu benennen und ihren Wirkzusammenhang zu beschreiben. Sie analysieren und berechnen Teilprobleme antriebstechnischer Systeme und erstellen abhängig von vorgegebenen Rahmenbedingungen das Gesamtsystem.

**Lernziele:**

**Mechanik:** Die Studierenden erkennen antriebstechnische Systeme und zerlegen sie in Arbeits- und Lastmaschine. Sie analysieren antriebstechnische Probleme und erhalten Parameter anhand derer sie Beschleunigungsvorgänge und Drehmomentbelastung der elektrischen Maschinen überprüfen.

**Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen:** Die Studierenden analysieren verschiedene Topologien von Gleichstromstellern für Antriebe mit Gleichstrommaschine und leiten die Kennlinien für kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb ab. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter.

**Stromrichter mit Gleichspannungs-ZK:** Die Studierenden beurteilen den Stellenwert selbstgeführter Stromrichter in Kombination mit Drehfeldmaschinen im Vergleich zu Gleichstromantrieben. Die Studierenden unterscheiden den Einsatzbereich von Raumzeigermodulation, Trägerverfahren, synchronen und optimierten Pulsmustern und konzipieren den geeigneten Modulator in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe. Sie berechnen und zeichnen die Pulsmuster für verschiedene Betriebspunkte.

**Netzgeführte Stromrichter:** Die Studierenden beschreiben Aufbau und Funktionsweise der Diode und des Thyristors. Sie fertigen Schaltbilder verschiedener Stromrichter an und untersuchen und bewerten die Stromüberschwingungen mit denen sie das Versorgungsnetz belasten. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe stationärer Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Die Studierenden wenden die gelernte Vorgehensweise beim Konzipieren komplexer Stromrichter (Stromrichtermotor, Direktumrichter) an.

**Weitere Topologien:** Die Studierenden zeichnen Schaltbilder und erläutern die Funktionsweise von seltenen Topologien selbstgeführter Stromrichter. Die Studierenden beurteilen das Prinzip und die Funktionsweise der untersynchronen Stromrichtererkaskade.

**Digitale Regelung:** Die Studierenden identifizieren die Baugruppen der Regelung in Abbildungen der gegenständlichen Hardware. Sie erstellen Blockschaltbilder für die Signalwege der digitalen Regelung und wählen hierfür abhängig von der antriebstechnischen Aufgabenstellung die geeigneten Bauteile und Baugruppen (Microcontroller, DSP, programmierbare Logik), deren Eigenschaften und jeweiligen Vorzüge sie gegeneinander abwägen.

**Drehzahl- und Positionsgeber.** Die Studierenden erstellen Schaltbilder für Signalwege verschiedener Geber abhängig von der Antriebsaufgabe. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.

#### Literatur:

Skript

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Elektrische Antriebstechnik I\_ (Prüfungsnummer: 65401)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Ingo Hahn

**Modulbezeichnung:** Elektrische Antriebstechnik II (EAM-E\_Antriebe II-V) 5 ECTS  
(Electrical Drives II)

Modulverantwortliche/r: Ingo Hahn  
Lehrende: Ingo Hahn

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Elektrische Antriebstechnik II (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Ingo Hahn)  
Übungen zu Elektrische Antriebstechnik II (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Martha Bugsch)

**Inhalt:**

*Elektrische Antriebstechnik II*

**Regelung drehzahlveränderbarer Antriebe (Übersicht)**

**Regelung der Gleichstrommaschine**

**U/f-Steuerung von Drehstromantrieben**

**Regelung von Drehstromantrieben:** Feldorientierte Regelung mit Geber: Asynchronmaschine, Permanent-erregte Synchronmaschine mit Sinusstrom, Elektrisch erregte Synchronmaschine; Direktumrichter; Stromrichter-motor; Asynchronmaschine mit Phasenfolgelöschung; Permanent-erregte Synchronmaschine mit Blockstrom

**Vergleich der Eigenschaften von Antrieben mit Pulsumrichter und Asynchronmaschine und elektr./perm. erregter Synchronmaschine Digitale Feldbusse:** Einleitung, Grundlegende Eigenschaften, Beispiele

*Electrical Drives (Part II)*

**Control of speed-adjustable drives (overview)**

**Closed-loop control for DC-drives**

**V/f-control for three-phase AC-drives**

**Closed-loop control for three-phase AC-drives:** field-orientated closed-loop control with sensor: Asynchronous machine, Permanent-magnet synchronous machine with sinusoidal current, Synchronous machine with electrical excitation; Cyclo-converter; Converter motor; Asynchronous machine with phase-sequence commutation; Permanent-magnet synchronous machine with square wave current

**Comparison of inverter-fed drives with asynchronous machine, synchronous machine with electrical and permanent magnet excitation Digital field busses:** Introduction, Basic features, Examples

**Lernziele und Kompetenzen:**

**Ziel**

Die Studierenden entwerfen und berechnen die klassischen Strukturen der Regelung von Gleichstrom- und Drehfeldantrieben, mit besonderem Gewicht auf der Feldorientierten Regelung.

**Lernziele:**

**Regelung der Gleichstrommaschine:** Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der klassischen Kaskadenregelung der Gleichstrommaschine und wählen geeignete Übertragungsfunktionen für den Strom-, Drehzahl und Lageregelkreis.

**Feldorientierte Regelung mit Geber:** Die Studierenden erläutern das Prinzip der feldorientierten Regelung im Vergleich mit der Regelung der Gleichstrommaschine und nennen die Schritte beim Erstellen der Regelungsstruktur. Die Studierenden leiten aus den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine mit Hilfe von Raumzeigertransformation und Koordinatentransformation die Ständer- und Läufergleichungen für ein beliebiges Koordinatensystem ab. Die Studierenden wählen abhängig vom Maschinentyp (Asynchronmaschine, permanent-erregte und elektrisch erregte Synchronmaschine) ein Koordinatensystem in dem Fluss und Drehmoment voneinander entkoppelt beeinflussbar sind und erstellen das Blockschaltbild für die Feldorientierte Regelung inklusive der Fluss-Modelle.

**Lagegeberlose Regelung:** Die Studierenden nennen die wichtigsten Verfahren der lagegeberlosen Regelung und leiten diese aus den Modellgleichungen der Maschinen ab. Sie erstellen das Blockschaltbild

einer testsignalbasierten geberlosen Regelung. Sie unterscheiden die Einsatzbereiche und Grenzen der vorgestellten lagegeberlosen Verfahren.

**Direct Torque Control:** Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der Direct Torque Control und leiten die Modellgleichungen für die Gewinnung des Drehmoment- und Flusssignals aus den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine ab. Die Studierenden zeichnen die Ortskurve des Statorflusses in der Raumzeigerebene für typische Betriebspunkte.

**Digitale Feldbusse:** Die Studierenden nennen die Struktur und Vorteile der Feldbustechnik im Vergleich zu früheren Automatisierungsstrukturen. Die Studierenden unterscheiden die Merkmale von aktiver und passiver Kopplung, verschiedener Bus-Zugriffsverfahren, Maßnahmen zur Datensicherheit, Möglichkeiten der physikalischen Übertragung und Schnittstellen. Die Studierenden nennen und erläutern die Schichten des OSI-Schichten-Referenzmodells. Sie berechnen Prüfsummen.

Knowledge and understanding about the closed-loop control of DC-drives, the principle of the field-orientated closed-loop control for three-phase AC drives with examples and additional closed-loop controls for three-phase AC drives, basic knowledge about digital field busses

**Literatur:**

Skript

script accompanying the lecture

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Elektrische Antriebstechnik II\_ (Prüfungsnummer: 61201)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Ingo Hahn

---

**Modulbezeichnung:** Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen (EEE)  
 (Electrical Energy Supply with Renewables) **5 ECTS**

Modulverantwortliche/r: Johann Jäger

Lehrende: Johann Jäger, Christian Weindl, Matthias Luther

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Johann Jäger et al.)

Übung zu Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Assistenten)

---

**Inhalt:**

Die Vorlesung beinhaltet wesentliche Themen der Integration von erneuerbaren Energiequellen in die elektrische Energieversorgung. Die Betrachtung erfolgt entlang der Energiekette d.h. von der Energieumwandlung, Energietransport bis zur Energienutzung. Dies umfasst insgesamt die sieben Themenblöcke: Technologien regenerativer Energieumwandlungsanlagen (REA) und deren Netzkopplung, Anschlussbedingungen und Netzdienstleistungen, Netzintegration und Duale Netzplanung, Energieübertragung und Netzregelung, Energieverteilung und Kommunikation im Verteilnetz, Speichertechnologien und deren Betriebsverhalten sowie Netzsicherheit und Netzausfallvermeidung. Wichtige Fragestellungen der Themenblöcke werden hinsichtlich der Aufgabenstellung der Integration erneuerbaren Energiequellen tiefergehend besprochen und in einen umfassenden Systemzusammenhang gestellt. Die Übung bietet Anwendungsmöglichkeiten der vermittelten Inhalte und Methoden und gibt Einblicke in deren praktischen Umsetzung.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studenten

- kennen die aktuellen Entwicklungen der elektrischen Energieversorgung hinsichtlich der REA-Integration
  - verstehen den Gesamtzusammenhang der REA-Integration
  - verstehen wichtige Fragestellungen der Energieumwandlungsanlagen (REA) und deren Netzkopplung
  - verstehen wichtige Fragestellungen der Anschlussbedingungen und Netzdienstleistungen
  - verstehen wichtige Fragestellungen der Netzintegration und Duale Netzplanung
  - verstehen wichtige Fragestellungen der Energieübertragung und Netzregelung
  - verstehen wichtige Fragestellungen der Energieverteilung und Kommunikation im Verteilnetz
  - verstehen wichtige Fragestellungen der Speichertechnologien und deren Betriebsverhalten
  - verstehen wichtige Fragestellungen der Netzsicherheit und Netzausfallvermeidung hinsichtlich der REA-Integration
  - analysieren Betriebs- und Störungszustände des elektrischen Energieversorgungssystem mit REA
  - können die erlernten Methoden auf praktische Fragestellungen anwenden
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen (Prüfungsnummer: 65501)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Johann Jäger

---

**Bemerkungen:**

Für diese Lehrveranstaltung ist eine vorherige Anmeldung im zugehörigen StudOn-Kurs erforderlich:  
[http://www.studon.uni-erlangen.de/crs1027360\\_join.html](http://www.studon.uni-erlangen.de/crs1027360_join.html)

---

**Modulbezeichnung:** Elektrische Kleinmaschinen (EAM-EKM-V) 5 ECTS  
 (Small Electrical Machines)

Modulverantwortliche/r: Ingo Hahn  
 Lehrende: Ingo Hahn

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Elektrische Kleinmaschinen (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Ingo Hahn)  
 Übungen zu Elektrische Kleinmaschinen (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Karsten Knörzer)

---

**Inhalt:**

Grundlagen: Definitionen, Kraft-/Drehmomentenerzeugung, elektromechanische Energiewandlung  
 Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsverhalten von: Universalmotor, Glockenankermotor, PM-Synchronmaschine, Spaltpolmotor, Kondensatormotor, geschaltete Reluktanzmaschine, Schrittmotoren, Klauenpolmotor.

Basics: Definitions, force and torque production, electromagnetic energy conversion Construction, mode of operation and operating behaviour of: universal motor, bell-type armature motor, PM-synchronous machine, split pole motor, condenser motor, switched reluctance machine, stepping motors, claw pole motor

**Ziel**

Die Studierenden sind nach der Teilnahme an der Veranstaltung in der Lage, die unterschiedlichen Maschinenkonzepte für elektrische Kleinmaschinen in ihrer Funktionsweise und ihrem Betriebsverhalten zu analysieren,

sowie die Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlichen Maschinenkonzepte zu bewerten.

**Aim:**

After the participation in the course the students are able to analyze the different machine concepts of small electric machines concerning their basic functionality and operating behaviour, and to evaluate their applicability to industrial problems.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an dieser Vorlesung sind die Studierenden in der Lage,

- die grundlegenden Wirkzusammenhänge bei der Drehmoment- und Kraftentwicklung elektrischer Maschinen wiederzugeben. Unterschiedliche Maschinenvarianten elektrischer Kleinmaschinen können benannt, in ihrem konstruktiven Aufbau gezeichnet und dargelegt werden,
- die grundlegenden Theorien und Methoden zur allgemeinen Beschreibung des stationären Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen auf die einzelnen unterschiedlichen Maschinenkonzepte anzuwenden und für den jeweiligen speziellen Fall zu modifizieren, um daraus das stationäre Betriebsverhalten vorauszusagen,
- zwischen den unterschiedlichsten Maschinekonzepten zu unterscheiden, diese für einen gegebenen Anwendungsfall gegenüberzustellen und auszuwählen,
- unterschiedliche elektrische Kleinmaschinen hinsichtlich ihrer Betriebseigenschaften zu vergleichen, einzuschätzen und zu beurteilen. Sie können für unterschiedliche anwendungsbezogene Anforderungen Kriterien für die Auswahl einer geeigneten elektrischen Kleinmaschine aufstellen und sich für eine Maschinenvariante entscheiden.

**Literatur:**

Vorlesungsskript  
 Script accompanying the lecture

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Elektrische Kleinmaschinen\_ (Prüfungsnummer: 61301)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Ingo Hahn

---

---

**Modulbezeichnung:** Elektrische Maschinen I (EAM-EM I-V) 5 ECTS  
(Electrical machines I)

Modulverantwortliche/r: Ingo Hahn  
Lehrende: Ingo Hahn

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Elektrische Maschinen I (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Ingo Hahn)  
Übungen zu Elektrische Maschinen I (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Johannes Wagner)

---

**Inhalt:**

*Elektrische Maschinen I*

**Einleitung**

**Gleichstrommotoren:** Aufbau und Wirkungsweise, Spannung, Drehmoment und Leistung, Kommutierung und Wendepole, Ankerrückwirkung und Kompensationswicklung, Permanent-erregte Gleichstrommaschine Schaltungen und Betriebsverhalten

**Drehstrommotoren:** Allgemeines zu Drehfeldmaschinen, Drehfeldtheorie, Asynchronmaschine mit Schleifring- und Käfigläufer, Elektrisch erregte Synchronmaschine, Permanent-erregte Synchronmaschine

*Electric machines I*

**Introduction**

**DC-motors:** Construction and operating principle, Voltage, torque and power, Commutation and commutating poles, Armature reaction and compensation winding, Permanent-field DC-machine, Circuits and operational behaviour

**Three-phase motors:** General aspects to three-phase machines, Rotating field theory, Induction machine with slip ring rotor and squirrel cage rotor, Electrical excited synchronous machine, Permanent-field synchronous machine

**Ziel**

Die Studierenden sind nach der Teilnahme an der Veranstaltung in der Lage, die Theorie der Entstehung von magnetischen Luftspaltfeldern anzuwenden und deren Eigenschaften zu analysieren, das stationäre Betriebsverhalten der Kommutator-Gleichstrommaschine bei verschiedenen Schaltungsvarianten zu analysieren, sowie das stationäre Betriebsverhalten der Asynchronmaschine und der Synchronmaschine zu analysieren und zu bewerten.

**Aim:**

After the participation in the course the students are able to apply Maxwell's theory on the creation of magnetic air gap fields, to analyze the air gap field's properties, to analyze the stationary operating behaviour of the different brushed DC-machines, and to analyze and evaluate the basic stationary operating behaviour of the induction machine and the synchronous machine.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an dieser Vorlesung sind die Studierenden in der Lage,

- die Gleichstrommaschine, die Asynchronmaschine und die Synchronmaschine zu benennen und deren Betriebseigenschaften darzulegen,
- die Maxwell'sche Theorie zur Beschreibung und Voraussage der in elektrischen Maschinen vorkommenden Luftspaltfelder anzuwenden,
- die in elektrischen Maschinen vorkommenden Luftspaltfelder und deren harmonischen Anteile zu ermitteln und hinsichtlich ihrer Einflüsse auf das Betriebsverhalten zu klassifizieren,
- das stationäre Betriebsverhalten der unterschiedlichen Maschinenkonzepte einzuschätzen, Kriterien für die Auswahl elektrischer Maschinen für eine vorliegende Antriebsaufgabe aufzustellen und sich für den speziellen Einsatzfall für eine Maschinenvariante zu entscheiden.

**Literatur:**

Skript  
Script accompanying the lecture

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Elektrische Maschinen I\_ (Prüfungsnummer: 65701)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Ingo Hahn

---

---

**Modulbezeichnung:** Elektrische Maschinen II (EAM-EM II-V) 5 ECTS  
 (Electric Machines II)

Modulverantwortliche/r: Ingo Hahn  
 Lehrende: Ingo Hahn

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Elektrische Maschinen II (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Ingo Hahn)  
 Übungen zu Elektrische Maschinen II (SS 2020, Übung, 2 SWS, Karsten Knörzer)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorlesung: Elektrische Maschinen I  
 Übung: Elektrische Maschinen I

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Elektrische Maschinen I

---

**Inhalt:**

**Ziel:**

Die Studierenden sind nach der Teilnahme an der Veranstaltung in der Lage, den Einfluss höherer Harmonischer im Luftspaltfeld auf das Betriebsverhalten zu bewerten, unterschiedliche elektrische Maschinen hinsichtlich ihres Betriebsverhalten zu analysieren und zu bewerten, einfache Simulationsmodelle für elektrische Maschinen zu entwickeln, sowie den Entwicklungsprozess einer elektrischen Maschine zu analysieren und die Fertigungstechnologien elektrischer Maschinen zu erinnern.

**Aim:**

After the participation in the course the students are able to evaluate the influence of the higher harmonics of the magnetic air gap field on the operating behaviour, to analyze and to evaluate different electrical machine concepts concerning the operating behaviour, to create simulation models for different electrical machine concepts, to analyze the development process and to remember to production technologies used for electrical machines.

**Inhalt:**

Physikalische Grundlagen; elektromechanische Energieumformung; Kraft- und Drehmomentenerzeugung; Energieeffizienz; Wirkungsgrad; elektromagnetisch gekoppelte Spulen als Elementarmaschine; Aufbau allgemeiner Maschinenmodelle aus Elementarmaschinen; Netzwerktheorie für Maschinenmodelle; Matrizendarstellung; Grundwellenbetrachtung; Berücksichtigung höherer Harmonischer; stationäres Betriebsverhalten; dynamisches Betriebsverhalten; Umrichterspeisung; dynamische Simulation; numerische Methoden zur dynamischen Simulation; industrieller Entwicklungs- und Fertigungsprozess;

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an dieser Vorlesung sind die Studierenden in der Lage,

- den industriellen Entwicklungsprozess elektrischer Maschinen wiederzugeben und die unterschiedlichen Fertigungstechnologien bei elektrischen Maschinen zu nennen,
- die allgemeine Theorie zur Beschreibung des dynamischen Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen auf unterschiedliche Maschinenkonzepte anzuwenden, die das Betriebsverhalten beschreibenden mathematischen Zusammenhänge aufzustellen und diese für Voraussagen der Betriebseigenschaften zu benutzen,
- unterschiedliche Wickelschemata elektrischer Maschinen hinsichtlich der Oberwellenspektren zu klassifizieren und gegenüberzustellen. Sie können die Einflüsse der Oberwellen auf das Betriebsverhalten charakterisieren und Möglichkeiten zur gezielten Beeinflussung des Betriebsverhaltens erschließen,
- Varianten elektrischer Maschinen deren Betriebsverhalten zu beurteilen und zu bewerten,

- einfache dynamischer Simulationsmodelle für elektrische Maschine zu entwerfen, auszuarbeiten und zu entwickeln.

**Literatur:**

Vorlesungsskript

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Elektrische Maschinen II\_ (Prüfungsnummer: 61601)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Ingo Hahn

---

---

**Modulbezeichnung:** Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 5 ECTS  
(Electromagnetic Compatibility)

Modulverantwortliche/r: Daniel Kübrich  
Lehrende: Daniel Kübrich

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Elektromagnetische Verträglichkeit (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Daniel Kübrich)  
Übungen zu Elektromagnetische Verträglichkeit (SS 2020, Übung, 2 SWS, Daniel Kübrich)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Module EMF I und II

---

**Inhalt:**

Diese Vorlesung dient als Einführung in die grundlegende Problematik der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Es werden sowohl die Störemissionen, d.h. die Störaussendung auf Leitungen und als Abstrahlung als auch die Empfindlichkeit von elektronischen Geräten gegenüber den von außen kommenden Störungen betrachtet. Ausgehend von den in den unterschiedlichen Frequenzbereichen maximal zugelassenen Störpegeln werden neben den jeweils anzuwendenden Messverfahren insbesondere die technischen Möglichkeiten im Vordergrund stehen, die zur Reduzierung der Störemissionen bzw. zur Erhöhung der Störfestigkeit von Schaltungen beitragen.

In der begleitenden Übung werden konkrete Fragestellungen der EMV, wie z.B. Störpegel auf Leitungen, Koppelmechanismen, Störpegel von abgestrahlten Feldern usw. berechnet und aus den Ergebnissen Maßnahmen zur Verbesserung der EMV-Situation abgeleitet. Neben den Rechenübungen werden zu den folgenden Themen praktische Messungen vorgenommen:

- Symmetrische und asymmetrische Störströme
- Ersatzschaltbilder von Filterkomponenten
- Netzfilterdämpfung
- Koppelmechanismen
- Reduzierung von Feldern durch Schirmung / Spiegelung

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- die Besonderheiten der EMV-Messtechnik zu verstehen,
- die aktuellen Normen zu verstehen und anzuwenden,
- die unterschiedlichen Koppelmechanismen zu verstehen und auf die Störprobleme in Schaltungen und Systemen anzuwenden,
- die Störsituation bei Schaltungen zu bewerten und Maßnahmen zur Entstörung zu entwickeln.

**Literatur:**

- Skript zur Vorlesung
- Übungsaufgaben mit Lösungen auf der Homepage

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Elektromagnetische Verträglichkeit\_ (Prüfungsnummer: 65801)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Daniel Kübrich

---

---

**Modulbezeichnung:** **Elektronik programmierbarer Digitalsysteme (EPD)** **5 ECTS**  
 (Microprocessor Design)

Modulverantwortliche/r: Robert Weigel  
 Lehrende: Robert Weigel, Christian Dorn

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: unregelmäßig
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Elektronik programmierbarer Digitalsysteme (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Christian Dorn)  
 Übungen zu Elektronik programmierbarer Digitalsysteme (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Christian Dorn et al.)

---

**Inhalt:**

- Prozessoraufbau und Funktion
  - Maschinenzahlen / Computerarithmetik
  - Instruction Set Architecture
  - ALU-Aufbau
  - Datenpfad-Architekturen(Single-Cycle CPU, Multi-Cycle CPU, Pipelining)
  - Steuerwerk-Architekturen
- Halbleiterspeicher
  - Festwertspeicher(MROM, PROM, EPROM, EEPROM, FLASH)
  - Schreib-/ Lesespeicher(SRAM, DRAM, SDRAM, DDR RAM, DRAM-Controller)
  - Spezielle Schreib-/ Lesespeicher(Dual-Ported RAM, FIFO-Speicher)
- Speicherhierarchie: Caches
- Systemsteuer- und Schnittstellenbausteine
  - Grundlagen
  - Interrupt-Controller
  - DMA-Controller
  - Zeitgeber-/ Zählerbausteine
  - Serielle und parallele Schnittstellen
- Bussysteme
- Ausgewählte Mikrocontroller und DSPs

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Architekturen programmierbarer Digitalsysteme zu verstehen, auf moderne Systeme anzuwenden sowie diese hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit zu analysieren.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Elektronik programmierbarer Digitalssysteme\_ (Prüfungsnummer: 31301)

(englische Bezeichnung: Microprocessor Design\_)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer), 2. Wdh.: WS 2020/2021  
(nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Robert Weigel

---

---

**Modulbezeichnung:** Entwurf Integrierter Schaltungen II (EIS II) 5 ECTS  
(Design of Integrated Circuits II)

Modulverantwortliche/r: Sebastian M. Sattler  
Lehrende: Sebastian M. Sattler

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Entwurf Integrierter Schaltungen II (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Sebastian M. Sattler)  
Übungen zu Entwurf Integrierter Schaltungen II (SS 2020, Übung, 2 SWS, Feng Liu et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Digitaltechnik oder Technische Informatik I, o.ä.

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Entwurf Integrierter Schaltungen I

---

**Inhalt:**

Die Vorlesung behandelt formalisierte Methoden für den Entwurf kombinatorischer Schaltungen. Schwerpunkt liegt auf einer grundlagenorientierten Darstellung der verwendeten Definitionen und Algorithmen, damit eine Übertragung auf und Anwendung in andere Wissensgebiete erleichtert wird.

- Einführung
- Zielstellung beim Entwurf binärer Systeme
- Beschreibungen kombinatorischer Systeme
- Darstellung Boolescher Funktionen
- Normalformen
- Automatenbasierte Komposition
- Überdeckungstabelle
- Dynamische Operationen
- Ableitung nach der Zeit
- Schaltungstechnische Realisierung kombinatorischer Systeme
- Dynamisches Verhalten von kombinatorischen Schaltungen
- Strukturierte Datenanalyse

**Lernziele und Kompetenzen:**

Anwenden

- Kenntnisse über den automatisierten Entwurf digitaler Schaltungen und Systeme anwenden und verschiedene Verfahren zum automatisierten Entwurf von Schaltnetzen und Schaltwerken kennenlernen

Erschaffen

- in der Lage sein, den Entwurfsfluss von der Spezifikation bis zum Test von digitalen Schaltungen zu entwickeln

**Literatur:**

Zander, Logischer Entwurf binärer Systeme VEB Verlag Technik, Berlin 1989

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Entwurf Integrierter Schaltungen II (Prüfungsnummer: 61902)

(englische Bezeichnung: Design of Integrated Circuits II)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Sebastian M. Sattler

---

---

**Modulbezeichnung:** Entwurf Integrierter Schaltungen II (EIS II) 5 ECTS  
(Design of Integrated Circuits II)

Modulverantwortliche/r: Sebastian M. Sattler  
Lehrende: Sebastian M. Sattler

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Entwurf Integrierter Schaltungen II (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Sebastian M. Sattler)  
Übungen zu Entwurf Integrierter Schaltungen II (SS 2020, Übung, 2 SWS, Feng Liu et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Digitaltechnik oder Technische Informatik I, o.ä.

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Entwurf Integrierter Schaltungen I

---

**Inhalt:**

Die Vorlesung behandelt formalisierte Methoden für den Entwurf kombinatorischer Schaltungen. Schwerpunkt liegt auf einer grundlagenorientierten Darstellung der verwendeten Definitionen und Algorithmen, damit eine Übertragung auf und Anwendung in andere Wissensgebiete erleichtert wird.

- Einführung
- Zielstellung beim Entwurf binärer Systeme
- Beschreibungen kombinatorischer Systeme
- Darstellung Boolescher Funktionen
- Normalformen
- Automatenbasierte Komposition
- Überdeckungstabelle
- Dynamische Operationen
- Ableitung nach der Zeit
- Schaltungstechnische Realisierung kombinatorischer Systeme
- Dynamisches Verhalten von kombinatorischen Schaltungen
- Strukturierte Datenanalyse

**Lernziele und Kompetenzen:**

Anwenden

- Kenntnisse über den automatisierten Entwurf digitaler Schaltungen und Systeme anwenden und verschiedene Verfahren zum automatisierten Entwurf von Schaltnetzen und Schaltwerken kennenlernen

Erschaffen

- in der Lage sein, den Entwurfsfluss von der Spezifikation bis zum Test von digitalen Schaltungen zu entwickeln

**Literatur:**

Zander, Logischer Entwurf binärer Systeme VEB Verlag Technik, Berlin 1989

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Entwurf Integrierter Schaltungen II (Prüfungsnummer: 61902)

(englische Bezeichnung: Design of Integrated Circuits II)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Sebastian M. Sattler

---

---

**Modulbezeichnung:** **Technologie integrierter Schaltungen (TIS)** **5 ECTS**  
(Technology of Integrated Circuits)

Modulverantwortliche/r: Tobias Erlbacher  
Lehrende: Tobias Erlbacher, Michael Niebauer

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Technologie integrierter Schaltungen (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Tobias Erlbacher)  
Übung zu Technologie integrierter Schaltungen (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Michael Niebauer)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Kenntnisse aus dem Bereich Halbleiterbauelemente (Pflichtveranstaltung im Bachelorstudiengang EEI und Mechatronik)

---

**Inhalt:**

Thema der Vorlesung sind die wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente und integrierter Schaltungen. Die Vorlesung beginnt mit der Herstellung von ein-kristallinen Siliciumkristallen. Anschließend werden die physikalischen Grundlagen der Oxidation, der Dotierungsverfahren Diffusion und Ionenimplantation sowie der chemischen Gasphasenabscheidung von dünnen Schichten behandelt. Ergänzend dazu werden Ausschnitte aus Prozessabläufen dargestellt, wie sie heute bei der Herstellung von hochintegrierten Schaltungen wie Mikroprozessoren oder Speicher verwendet werden.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

*Fachkompetenz*

*Anwenden*

- beschreiben die Technologieschritte und notwendigen Prozessgeräte
- erklären die physikalischen und chemischen Vorgänge bei der Herstellung von Integrierten Schaltungen

*Evaluiere (Beurteilen)*

- ermitteln en Einfluss von Prozessparametern und können Vorhersagen für Einzelprozesse ableiten
- sind in der Lage, verschiedene Herstellungsschritte hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bzgl. der hergestellten Schichten, Strukturen oder Bauelemente zu beurteilen

**Literatur:**

- S. M. Sze: VLSI - Technology, MacGraw-Hill, 1988
  - C. Y. Chang, S. M. Sze: ULSI - Technology, MacGraw-Hill, 1996
  - D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich: Technology of Integrated Circuits, Springer Verlag, 2000
  - Hong Xiao: Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, Prentice Hall, 2001
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Technologie integrierter Schaltungen (Prüfungsnummer: 61901)

(englische Bezeichnung: Technology of Integrated Circuits)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Tobias Erlbacher

---

---

**Modulbezeichnung:** Entwurf Integrierter Schaltungen I (EIS I) **5 ECTS**  
(Design on Integrated Circuits I)

Modulverantwortliche/r: Sebastian M. Sattler

Lehrende: Sebastian M. Sattler, Florian Deeg

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Entwurf Integrierter Schaltungen I (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Sebastian M. Sattler)

Übungen zu Entwurf Integrierter Schaltungen I (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Florian Deeg et al.)

---

**Inhalt:**

Die Vorlesung führt in die Grundlagen des integrierten digitalen Schaltungsentwurfes auf Basis von CMOS ein. Ausgehend vom MOS Transistor wird die Complementary Logik erklärt und auf gängige statische und dynamische Schaltelemente und Ihre Erweiterungen auf hochintegrierte Schaltungen bis  $0.13\mu\text{m}$  eingegangen.

- Digitaler IC Entwurf für Deep Submicron
- MOS Transistor
- Herstellung, Layout und Simulation
- MOS Inverterschaltung
- Statische CMOS Gatter-Schaltungen
- Entwurf von Logik mit hoher Schaltrate
- Transfer-Gatter und dynamische Logik
- Entwurf von Speichern
- Zusätzliche Themen des Speicherentwurfs

**Content**

The course introduces students to the basics of digital integrated circuit design in CMOS. Starting from the MOS transistor, complementary logic is explained. Common static and dynamic switching elements are discussed as well as their extensions to large scale integrated circuits ( $0.18\mu\text{m}$ ;  $m-0.13\mu\text{m}$ ).

- Deep Submicron Digital IC Design
- MOS Transistor
- Fabrication, Layout and Simulation
- MOS Inverter Circuits
- Static CMOS Gate-Circuits
- Design of Logic with High Switching Rate
- Transfer-Gates and Dynamic Logic
- Design of Memory
- Additional Topics of Memory Design

**Lernziele und Kompetenzen:**

**Verstehen**

- Überblick über existierende Integrationstechnologien und Entwurfsmethodiken für Integrierte Schaltungen in  $0,18\mu\text{m}$  und  $0,13\mu\text{m}$  CMOS gewinnen und dabei die Zusammenhänge zwischen technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten der Halbleiterfertigung verstehen.

**Evaluiere (Beurteilen)**

- Verhalten von MOS/CMOS-Transistoren analysieren und verschiedene statische und dynamische digitale Schaltungsstrukturen auf Transistorebene bewerten können.

**Learning objectives and competencies:**

**Understand**

- gain an overview of existing integration technologies and integrated circuit design techniques in CMOS ( $0.18\mu\text{m}$ ;  $m-0.13\mu\text{m}$ ), understanding technical and economic aspects of semiconductor manufacturing.

Evaluate (Assess)

- Analyze the behavior of MOS / CMOS transistors and evaluate various static and dynamic digital circuit structures at transistor level.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Entwurf integrierter Schaltungen I / Design of Integrated Circuits I (Prüfungsnummer: 65901)

(englische Bezeichnung: Design of Integrated Circuits I)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Sebastian M. Sattler

---

**Modulbezeichnung:** Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten (ENAS) **5 ECTS**  
(Design and Characterisation of High Speed Digital Circuits)

Modulverantwortliche/r: Klaus Helmreich  
Lehrende: Klaus Helmreich

Startsemester: SS 2020                      Dauer: 1 Semester                      Turnus: jährlich (SS)  
Präsenzzeit: 60 Std.                      Eigenstudium: 90 Std.                      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Klaus Helmreich)  
Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten Übung (SS 2020, Übung, 2 SWS, Klaus Helmreich et al.)

**Inhalt:**

Motivation

Beim Entwurf von Schaltungen für hohe Datenraten oder hohe Frequenzen auf Leiterplattenebene, aber auch in integrierten Schaltungen, kann man schaltungstechnisch alles richtig machen - aber die Schaltung funktioniert trotzdem nicht recht! Häufiger Grund ist mangelnde Signalintegrität: Signaleigenschaften werden beim Durchlaufen der Signalpfade unzulässig beeinträchtigt.

Gliederung

Die Veranstaltung behandelt Aspekte des Schaltungsentwurfs, die entscheidend sind für die Erzielung funktionsnotwendiger Signalqualität auf Schnittstellen und Verbindungselementen. Nach Einführung der notwendigen theoretischen Grundlagen werden diese auf konkrete Fragestellungen unter gegenwärtigen technologischen Randbedingungen angewendet. Signalpfade und Leistungsversorgung werden unter Gesichtspunkten der Signalintegrität analysiert und Entwurfsregeln abgeleitet. Meß-, Charakterisierungs- und Prüfverfahren werden erläutert und geeignete Modelle für Simulationen untersucht.

1 Signaleigenschaften

Begriffe und Definitionen, Kenngrößen eines Datensignals, Flankenübergangszeit und Bandbreite, Leistungsdichtespektrum eines Datensignals, Jitter: Maße und Komponenten, Augendiagramm, Bitfehler-rate und die „Badewannenkurve“

2 Signalquellen und Lasten

Impedanz und Leistungsübertragung, Zeitmittelwerte

3 Leitungen: Eigenschaften

Begriffe, Leitungsmodell für Zweileiteranordnung, Ausbreitungskoeffizient und Leitungswellenwiderstand, Frequenzabhängigkeiten von Dämpfungsbelag, Phasenlaufzeitbelag und Wellenwiderstand

4 Leitungen und Signalintegrität

Auswirkung der Frequenzabhängigkeiten auf Form von Datensignalen, Reflexion und ihre Auswirkung auf Datensignale, Signallaufdiagramm bei Verzweigungen, Entwurf von Verzweigungen ohne Signalbeeinträchtigung, Analyse von Signalpfaden: Reflektometrie im Zeit- und Frequenzbereich, Systemstruktur und Systemantwort, Signaturen verschiedener Störstellen im Wellenwiderstandsprofil und ihre Auswirkung im Augendiagramm

5 Leitungen: Material und Oberfläche

Charakteristika von Dielektrika und Leitern, Leitungsquerschnitte in Kabeln, Leiterplatten und integrierten Schaltungen, relative Permittivität und Verlustmechanismen, Messung dielektrischer Eigenschaften, „scheinbare“relative Permittivität und Entwurfsperspektiven, Einfluß der Rauigkeit von Leiteroberflächen

6 Leiterplatten

Leiterplatten als Schaltungsbestandteil, Aufbau und Herstellung von Mehrlagen-Leiterplatten, Durchkontaktierungen und ihre Auswirkungen auf Signalintegrität, Varianten für hohe Frequenzen und Datenraten, Materialien und Eigenschaften, Inhomogenität und Anisotropie, Herausforderungen bei Leiterplatten für hohe Datenraten

## 7 Integrierte Schaltungen

Gattereigenschaften: Schaltleistung und Schaltzeiten, Auswirkung der Schaltzeit auf Signalintegrität, Leitungen in integrierten Schaltungen, Laufzeitverhalten, Fehlermodelle bei hohen Datenraten, IC-Gehäuse und ihre Auswirkungen auf Signalintegrität

## 8 Leistungsversorgung

Signalintegrität und Versorgungsspannung: Zeitverlauf des Leistungsbedarfs synchroner Schaltungen, Lastwechselreaktion „Simultaneous Switching Noise“: Modell und quantitative Behandlung, Entwurf von Entkopplungsnetzwerken

### **Lernziele und Kompetenzen:**

#### *Fachkompetenz*

##### *Wissen*

- wesentliche Kenngrößen eines Datensignals nennen
- Begriff „Jitter“ abgrenzen
- Jitterkomponenten erläutern
- wesentliche Leiterplattenmaterialklassen und deren relevante Kenngrößen nennen

##### *Verstehen*

- Augendiagramm und „Badewannenkurve“ interpretieren und beurteilen
- Zweileiter-Leitungsmodell erläutern und zugehörige Begriffe definieren
- Reflexion an Störstellen qualitativ und quantitativ beschreiben
- relevante Materialeigenschaften von Dielektrika und Leitern angeben und erklären und Meßverfahren dafür beschreiben
- Aufbau und Herstellung von Mehrlagen-Leiterplatten beschreiben

##### *Anwenden*

- Flankenübergangszeit und Bandbreite ineinander umrechnen
- Entwurfsregeln für Signalintegrität anwenden
- Flankenübergangszeit und Signalfadbandbreite für Datenrate geeignet auslegen

##### *Analysieren*

- Frequenzabhängigkeiten von Leitungsparametern begründen und deren Auswirkung auf Form von Datensignalen diskutieren
- Leitungsverhalten von LC- / RC-Leitungen gegenüberstellen

##### *Evaluiieren (Beurteilen)*

- Jitterkomponenten anhand der Jitterverteilung ermitteln
- verschiedene Ausbildungen von Durchkontaktierungen hinsichtlich ihrer Auswirkung auf Signalintegrität bewerten
- IC-Gehäuse hinsichtlich ihrer Eignung für hohe Datenraten / Frequenzen beurteilen

##### *Erschaffen*

- Signalfade und Topologien für hohe Datenraten / Frequenzen konzipieren
- Entkopplungsnetzwerke gezielt für bestehende Anforderungen entwerfen

#### *Lern- bzw. Methodenkompetenz*

Lernziele hinsichtlich Lern- und Arbeitsmethoden:

- Meß- und Charakterisierungsverfahren zielgerichtet anwenden und Ergebnisse differenziert interpretieren
- Belange der Signalintegrität beim Systementwurf erkennen und berücksichtigen

#### *Selbstkompetenz*

Lernziele hinsichtlich persönlicher Weiterentwicklung:

(keine)

#### *Sozialkompetenz*

Lernziele hinsichtlich des Umgangs mit Menschen:

- Übungsaufgabenstellungen gemeinsam in Kleingruppen lösen

---

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

## [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten\_ (Prüfungsnummer: 61801)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Klaus Helmreich

---

**Modulbezeichnung:** Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen (EMIX) 5 ECTS  
(Design on Mixed Signal ICs)

Modulverantwortliche/r: Sebastian M. Sattler  
Lehrende: Sebastian M. Sattler

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Sebastian M. Sattler)  
Übungen zu Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen (SS 2020, Übung, 2 SWS, Florian Deeg et al.)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Schaltungstechnik, Entwurf Integrierter Schaltungen I, o.ä.

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Entwurf Integrierter Schaltungen I

**Inhalt:**

Die Vorlesung behandelt Methoden zur Analyse und Synthese von Phänomenen, welche aus sogenannten Rückkopplungen in gemischt analog-digitalen Systemen entstehen. Es wird an Hand eines allgemeinen Transistormodells abstrahiert, und Beispiele aus der Integrierten Schaltungs- und Systemtechnik erarbeitet.

- Modellierung aktiver Bauelemente
- Grundsaltungen des allgemeinen Transistors
- Abstraktion der Rückkopplung
- Analyse der Stabilität im Frequenz- und Zeitbereich
- Kompensationstechniken im Frequenzbereich
- Grundsaltungen von Rückkopplungen
- Harmonische Verzerrungen
- Rauschen
- Beispiele von Rückkopplungen

**Lernziele und Kompetenzen:**

Analysieren

- verschiedenste Strukturen für analoge integrierte Schaltungen entwickeln, analysieren und bewerten können

Erschaffen

- einen Überblick über die wichtigsten Methoden und Verfahren für Analyse und Entwurf von analogen rückgekoppelten Schaltungen gewinnen

**Literatur:**

G. Palumbo, S. Pennisi, Feedback Amplifiers, Theory and Design, Springer 2009

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen\_ (Prüfungsnummer: 62001)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Sebastian M. Sattler

---

**Organisatorisches:**

Entwurf Integrierter Schaltungen I (EIS1)

---

**Modulbezeichnung:** Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung (E AS DÜ) 2.5 ECTS  
 (Equalization and Adaptive Systems for Digital Communications)

Modulverantwortliche/r: Wolfgang Gerstacker  
 Lehrende: Wolfgang Gerstacker

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Equalization and Adaptive Systems for Digital Communications (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Wolfgang Gerstacker)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorkenntnisse in Systemtheorie und digitaler Signalverarbeitung, sowie entweder der Vorlesung Nachrichtentechnische Systeme oder Digitale Übertragung sind für die Teilnahme hilfreich.

---

**Inhalt:**

Bei der digitalen Übertragung spielen Kanalverzerrungen aufgrund ständig steigender Datenraten eine immer grössere Rolle. Bei vielen Anwendungen müssen für eine zuverlässige Übertragung komplexe Entzerrverfahren eingesetzt werden. Dies gilt sowohl für die leitungsgebundene als auch die drahtlose Kommunikation. Z.B. werden in der xDSL-Systemfamilie (Digital Subscriber Lines), die eine schnelle digitale Übertragung über Ortsanschlussleitungen gewährleistet, oft entscheidungsrückgekoppelte Entzerrverfahren oder Vorcodierungsverfahren eingesetzt und beim Mobilfunkstandard GSM und seiner Weiterentwicklung EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung bzw. zustandsreduzierte Entzerrung. Eng im Zusammenhang mit der eigentlichen Entzerrung stehen Adaptionsverfahren, mit denen die Parameter des Entzerrers optimal an den Übertragungskanal angepasst werden können.

Lernziel: Ziel der Vorlesung ist eine umfassende Darstellung gebräuchlicher Entzerrungs- und Adaptionsverfahren. Den Teilnehmern sollen fundierte Kenntnisse der verschiedenen Verfahren vermittelt werden, die sie zu deren sinnvollem Einsatz in der Praxis befähigen.

Content:

Channel distortions are playing an increasingly important role in digital transmission due to constantly increasing data rates. In many applications, complex equalization techniques must be used for a reliable transmission. This applies to both wired and wireless communication. For example, decision feedback equalization or precoding techniques are often used in the xDSL (Digital Subscriber Lines) system family, which ensures fast digital transmission over local subscriber loops, and the GSM system and its advanced version EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) employ maximum likelihood sequence estimation and state-reduced equalization. Closely related to the task of equalization are adaptation methods with which the parameters of the equalizer can be optimally adjusted to the transmission channel. Objective: The aim of the lecture is a comprehensive presentation of common equalization and adaptation methods. The participants should acquire an in-depth knowledge of the various procedures which enables them to make meaningful design decisions in practice.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- beschreiben verschiedene Verfahren zur Entzerrung frequenzselektiver Übertragungskanäle wie lineare Entzerrung, entscheidungsrückgekoppelte Entzerrung und Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung,
- setzen die verschiedenen Ansätze in Blockdiagramme um und optimieren deren Komponenten,
- vergleichen Entzerrverfahren hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit, charakterisiert durch die Fehlerrate, und Komplexität,
- wählen geeignete Verfahren für verschiedene Anwendungen wie leitungsgebundene und drahtlose Übertragung aus,
- entwerfen neuartige Verfahren für gegebene Anforderungen,

- formulieren Adaptionalgorithmen zur automatischen Anpassung des Empfängers eines Übertragungssystems an den Kanal,
- ordnen Entzerrverfahren einen geeigneten Adaptionalgorithmus zu.

Learning Objectives and Competences:

The students

- describe various methods for equalizing frequency-selective transmission channels such as linear equalization, decision feedback equalization and maximum likelihood sequence estimation,
- realize various approaches in block diagrams and optimize their components,
- compare equalization methods in terms of their performance, characterized by the error rate, and complexity,
- select suitable methods for various applications such as wired and wireless transmission,
- design novel schemes for given requirements,
- formulate adaptation algorithms for automatic adaptation of the receiver of a transmission system to the channel,
- assign suitable adaptation algorithms to equalization schemes.

**Literatur:**

Gerstacker, W.: Skriptum zur Vorlesung Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung.  
 Huber, J.: Trelliscodierung, Springer Verlag, Berlin, 1992.  
 Benedetto, S., Biglieri, E.: Principles of Digital Transmission with Wireless Applications, Kluwer Academic Publishers, New York, 1999.  
 Proakis, J. G.: Digital Communications. McGraw-Hill, New York, 3. ed., 1995.  
 Haykin, S.: Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 3. ed., 1996.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung\_ (Prüfungsnummer: 34001)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Wolfgang Gerstacker

---

**Modulbezeichnung:** Ereignisdiskrete Systeme (DES) 5 ECTS  
 (Discrete Event Systems)

Modulverantwortliche/r: Thomas Moor  
 Lehrende: Thomas Moor, Yiheng Tang

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Ereignisdiskrete Systeme (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Thomas Moor)  
 Übungen zu Ereignisdiskrete Systeme (SS 2020, Übung, 2 SWS, Yiheng Tang)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Es wird empfohlen, eines der folgenden UnivIS-Module zu absolvieren, bevor dieses UnivIS-Modul belegt wird:

- Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) (WS 2017/2018)
- Einführung in die Regelungstechnik (ERT) (WS 2017/2018)

---

**Inhalt:**

Formale Sprachen als Modelle ereignisdiskreter Dynamik

- reguläre Ausdrücke, endliche Automaten, Nerode-Äquivalenz
- natürliche Projektion, synchrone Komposition, Konfliktfreiheit.

Entwurf ereignisdiskreter Regler:

- Sicherheitsspezifikation, Konfliktfreiheit
- supremale steuerbare Teilsprache, Fixpunktiterationen
- Normalität, Regelung unter eingeschränkter Beobachtbarkeit.

Anwendungsstudie:

- Modellbildung eines einfachen technischen Prozesses
- Spezifikation/Entwurf/Simulation am Anwendungsbeispiel

**Lernziele und Kompetenzen:**

Teilnehmer dieser Veranstaltung

- erklären, illustrieren und validieren die vorgestellten Grundlagen formaler Sprachen,
- entwickeln einfache Ergänzungen zu den vorgestellten Grundlagen formaler Sprachen,
- erklären und illustrieren die vorgestellten Entwurfsverfahren,
- überprüfen die vorgestellten Entwurfsverfahren hinsichtlich einzelner Lösungseigenschaften,
- entwickeln ereignisdiskrete Modelle einfacher technischer Prozesse, einschließlich formaler Spezifikationen,
- wählen im Kontext einfacher technischer Prozesse geeignete Entwurfsverfahren aus und wenden diese kritisch an,
- bewerten ihre Regelkreise im Simulationsexperiment.

**Literatur:**

Cassandras, C.G., Lafortune, S.: Introduction to Discrete Event Systems, Kluwer, 1999

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik,

Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung und Übung Ereignisdiskrete Systeme\_ (Prüfungsnummer: 24301)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Thomas Moor

---

**Organisatorisches:**

Erlaubte Hilfsmittel bei Prüfungen: eigene handschriftliche Zusammenfassung.

---

**Modulbezeichnung:** Globale Navigationssatellitensysteme (GNSS-V) 5 ECTS  
(Global Navigation Satellite Systems)

Modulverantwortliche/r: Jörn Thielecke  
Lehrende: Jörn Thielecke

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Globale Navigationssatellitensysteme (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Jörn Thielecke)  
Übung zu Globale Navigationssatellitensysteme (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Jörn Thielecke et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Signal- & Systemtheorie, Wahrscheinlichkeitstheorie

---

**Inhalt:**

**Hinweis:**

1. Mehrere Übungsstunden werden rechnergestützt (Python) sein, um den Vorlesungsstoff durch eigene praktische Erfahrung zu vertiefen.
2. Eine Laborbesichtigung beim Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen soll Ihnen Einblick in die einschlägigen Arbeiten zu GPS und Galileo geben.

**Inhalte:**

**1. Überblick: Signale und Systeme**

- Einführung
- GPS - Global Positioning System
- Galileo
- Satellitenergänzungssysteme: EGNOS, WAAS, LAAS
- Mathematische Grundlagen: Navigationssignale, Gold Codes, Cramer-Rao-Schranke für Laufzeitmessungen

**2. Grundlagen und Funktionsweise der Satellitenortung**

- Koordinatensysteme, Zeitsysteme und Orbits
- Ausbreitungsbedingungen und Fehlerquellen
- Positions-, Geschwindigkeits- und Zeitschätzung
- Hochgenaue Positionsschätzung mittels Trägerphase

**3. GNSS Empfänger**

- Signalkonditionierung
- Leistungsfähigkeit der GPS- und Galileo-Signale
- Releschleifen zur Signalverfolgung

**Lernziele und Kompetenzen:**

1. Eine Übersicht über die Möglichkeiten von GPS und Galileo soll Ihre Beurteilungsfähigkeit für neue Anwendungen schärfen.
2. Durch vertiefte Kenntnisse der Grundlagen, Funktionsweise und Fehlerquellen sollen Sie die gelösten Herausforderungen und die Grenzen von GPS und Galileo einschätzen lernen.
3. Sie sollen ein nachrichtentechnisches Verständnis für die Funktionsweise eines GPS-Empfängers erlangen.

**Literatur:**

1. Pratap Misra, Per Enge, „Global Positioning System“, Ganga-Jamuna Press, 2001
  2. E.D. Kaplan, C.J. Hegarty, „Understanding GPS - Principles and Applications“ Artech House, 2. Auflage, 2006
  3. Werner Mansfeld, „Satellitenortung und Navigation“, Vieweg, 2004
-

## Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

## Studien-/Prüfungsleistungen:

Globale Navigationssatellitensysteme (Prüfungsnummer: 64011)

(englische Bezeichnung: Global Navigation Satellite Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Klausurergebnis: 100% der Modulnote Bei bestandener Prüfung wird die Note um eine Teilnotenstufe (z.B. von 2,0 auf 1,7) verbessert, wenn Sie:

1. Mindestens 75% der Hausaufgaben bestanden haben und 2. mindestens 75% der Rechnerübungen erfolgreich absolviert haben.

Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben.

Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten, den genauen Abgabetermin entnehmen Sie dem Tafelanschrieb. Zugelassene Hilfsmittel sind ausschließlich Schreib- und Zeichengeräte sowie ein nicht programmierbarer Taschenrechner ohne Kommunikationsfunktion. Ein Bonus wird nur berücksichtigt, wenn die Prüfung auch ohne ihn bestanden ist. Für die Vergabe sind die Regeln der einschlägigen Modulbeschreibung maßgeblich. Überprüfen Sie bitte die Vollständigkeit der ausgegebenen Aufgaben und Hilfsblätter. Die Anzahl ist auf dem jeweiligen Deckblatt angegeben. Bitte verwenden Sie ausschließlich das ausgeteilte Papier. Lösungen, die auf anderem Papier geschrieben wurden, können nicht gewertet werden. Weiteres Papier kann bei der Prüfungsaufsicht angefordert werden. Bearbeiten Sie jede Aufgabe auf einem eigenen Bogen. Schreiben Sie nicht mit Bleistift. Verwenden Sie nicht die Farben Rot oder Grün. Tragen Sie bitte auf allen Lösungsblättern Name und Aufgabennummer ein und unterschreiben Sie den Prüfungsbogen an der dafür vorgesehenen Stelle. Legen Sie bitte während der Prüfung Ihren Lichtbildausweis griffbereit auf den Tisch. Legen Sie am Ende der Klausur Ihre Lösungsblätter und die Hilfsblätter in diesen Mantelbogen, damit alles zusammengeheftet werden kann.

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Jörn Thielecke

---

## Organisatorisches:

Masterstudium, kann ins Bachelorstudium vorgezogen werden. (Wahl- oder Wahlpflichtfach)

---

**Modulbezeichnung:** HF-Schaltungen und Systeme (HFSS) 5 ECTS  
 (Microwave Circuits and Systems)

Modulverantwortliche/r: Martin Vossiek  
 Lehrende: Martin Vossiek

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

HF-Schaltungen und Systeme (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Martin Vossiek)  
 HF-Schaltungen und Systeme Übung (SS 2020, Übung, 2 SWS, Assistenten)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Halbleiterbauelemente
- Passive Bauelemente
- Elektromagnetische Felder I
- Hochfrequenztechnik

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Hochfrequenztechnik  
 Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten

---

**Inhalt:**

Nach einer einleitenden Übersicht über aktive Bauelemente und Schaltungen der Hochfrequenztechnik werden die Grundlagen nichtlinearer Schaltungen behandelt. Auf dieser Basis werden resistive und parametrische Mischer sowie Detektoren und Frequenzvervielfacher mit Schottky- und Varaktor-Dioden vorgestellt und beispielhafte Schaltungen besprochen. Im nächsten Abschnitt werden Mikrowellenverstärker mit Bipolar- und Feldeffekt-Transistoren für kleine und mittlere Leistungen sowie Klystron- und Wanderfeldröhrenverstärker für hohe Leistungen mit ihrem konstruktiven Umfeld vorgestellt und Schaltungsausführungen analysiert. Ausgehend von den allgemeinen Schwingbedingungen werden dann Zweipol- und Vierpol-Oszillatoren in ihrer Funktionsweise dargestellt und Berechnungsverfahren angegeben. Neben Tunneldioden- und Transistor-Oszillatoren werden auch Laufzeit-Halbleiter-Systeme in Form von Gunn-Elementen und IMPATT-Dioden sowie Laufzeit-Röhren behandelt. Verfahren zur passiven und aktiven Frequenzstabilisierung, komplexere Zusammenschaltungen von aktiven und nichtlinearen Komponenten und eine Darstellung der Einsatzbereiche von aktiven/nichtlinearen Elementen in HF-Systemen runden die Lehrveranstaltung ab.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erwerben spezialisiertes und vertieftes Wissen über den Umgang mit aktiven und nichtlinearen Bauelementen der Hochfrequenztechnik
- können physikalische Prinzipien und deren technische Umsetzung zur Realisierung von Hochfrequenz-Mischern, Detektoren, Vervielfachern, Verstärkern und Oszillatoren anwenden.
- sind in der Lage, die Schaltungen der genannten HF-Komponenten eigenständig zu analysieren, zu konzipieren und zu entwickeln.
- können hochfrequenten Eigenschaften von aktiven und nichtlinearen Schaltungen berechnen, darstellen und bewerten.

**Literatur:**

B. Razavi, "RF Microelectronics", 2. Auflage Prentice Hall 2011  
 Zinke, O., Brunswig, H., "Hochfrequenztechnik", Band 2, Springer, Berlin, 5. Auflage, 1999.  
 Voges, E., "Hochfrequenztechnik", 3. Auflage, Hüthig, 2004.  
 Bächtold, W., "Mikrowellentechnik", Vieweg, Braunschweig, 1999.  
 Bächtold, W., "Mikrowellenelektronik", Vieweg, Braunschweig, 2002.  
 Maas, S. A., "Nonlinear Microwave and RF Circuits", Artech House, 2. Auflage, 2003.  
 Pozar, D. M., "Microwave Engineering", 4. Auflage Wiley 2011.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

HF-Schaltungen und Systeme (Prüfungsnummer: 62201)

(englische Bezeichnung: Microwave Circuits and Systems)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Martin Vossiek

---

**Organisatorisches:**

Siehe UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!

---

**Modulbezeichnung:** Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (HBEL\_MESS) 5 ECTS  
 (Semiconductor and Device Measurement Techniques)

Modulverantwortliche/r: Tobias Dirnecker  
 Lehrende: Sven Berberich

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (SS 2020, Vorlesung, 3 SWS, Sven Berberich)  
 Übung zu Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (SS 2020, Übung, 1 SWS, Sven Berberich)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Basiswissen zur Physik (Abitur) notwendig
- Grundkenntnisse zu Halbleiterbauelementen (z.B. Präsenzvorlesung „Halbleiterbauelemente“ oder vhb-Vorlesung „Halbleiterbauelemente“)

---

**Inhalt:**

In der Vorlesung Halbleiter- und Bauelementemesstechnik werden die wichtigsten Messverfahren, die zur Charakterisierung von Halbleitern und von Halbleiterbauelementen benötigt werden, behandelt. Zunächst wird die Messtechnik zur Charakterisierung von Widerständen, Dioden, Bipolartransistoren, MOS-Kondensatoren und MOS-Transistoren behandelt. Dabei werden die physikalischen Grundlagen der jeweiligen Bauelemente kurz wiederholt. Im Bereich Halbleitermesstechnik bildet die Messung von Dotierungs- und Fremdatomkonzentrationen sowie die Messung geometrischer Dimensionen (Schichtdicken, Linienbreiten) den Schwerpunkt.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

*Fachkompetenz*

*Anwenden*

erklären physikalische und elektrische Halbleiter- und Bauelementemes- und Analysemethoden  
 vergleichen die Vor- und Nachteile sowie die Grenzen der verschiedenen Verfahren

*Analysieren*

analysieren, welches Verfahren für welche Fragestellung geeignete ist

*Evaluiieren (Beurteilen)*

bewerten die mit den unterschiedlichen Verfahren erzielten Messergebnisse

**Literatur:**

- Vorlesungsskript
- Dieter K. Schroder: Semiconductor Material and Devices Characterization, Wiley-IEEE, 2006
- W.R. Runyan, T.J. Shaffner: Semiconductor Measurements and Instrumentations, McGraw-Hill, 1998
- A.C. Diebold: Handbook of Silicon Semiconductor Metrology, CRC, 2001

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Halbleiter- und Bauelementemesstechnik\_ (Prüfungsnummer: 62101)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Tobias Dirnecker

---

---

**Modulbezeichnung:** Hardware-Beschreibungssprache VHDL (VHDL-D) 2.5 ECTS  
 (Hardware Description Language VHDL)

Modulverantwortliche/r: Jürgen Frickel  
 Lehrende: Jürgen Frickel

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Hardware-Beschreibungssprache VHDL (SS 2020, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Jürgen Frickel)

---

**Inhalt:**

Betreuer Multimedia-Kurs über die Syntax und die Anwendung der Hardware-Beschreibungssprache VHDL

(Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language) nach dem Sprachstandard IEEE 1076-1987 und 1076-1993

- Konzepte und Konstrukte der Sprache VHDL
- Beschreibung auf Verhaltensebene und RT-Ebene
- Simulation und Synthese auf der Gatterlogik-Ebene
- Verwendung professioneller Software-Tools
- Vorlesung mit integrierten Übungsbeispielen
- Übungs-Betreuung in deutsch oder englisch
- Kursmaterial englisch-sprachig

Zielgruppe sind Hörer aller Fachrichtungen, die sich mit dem Entwurf und der Simulation digitaler Systeme und Schaltungen beschäftigen wollen.

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

Begriffe und Definitionen einer Hardware-Beschreibungssprache können dargelegt werden.

*Verstehen*

Hardware-Strukturen können in die Beschreibungssprache transformiert werden und umgekehrt.

*Analysieren*

Ein gewünschtes Systemverhalten kann klassifiziert, in Teilmodule strukturiert, und das System bzw. die Teilmodule in der Hardware-Beschreibungssprache realisiert werden.

*Evaluiieren (Beurteilen)*

VHDL-Modelle können bezüglich des quantitativen und qualitativen Hardware-Aufwandes eingeschätzt, gegen vorliegende Randbedingungen (constraints) überprüft, und mit alternativen Lösungen verglichen werden.

*Lern- bzw. Methodenkompetenz*

Die theoretischen Inhalte der Sprache können durch Einsatz eines Simulations- und Synthesewerkzeuges im praktischen Einsatz selbständig verifiziert und deren Verständnis vertieft werden.

*Sozialkompetenz*

Die Fähigkeit, vorliegende Aufgabenstellungen in Gruppenarbeit gemeinsam zu lösen, wird gefördert.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Hardware-Beschreibungssprache VHDL (Prüfungsnummer: 67501)

(englische Bezeichnung: VHDL Hardware Description Language)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Jürgen Frickel

---

**Bemerkungen:**

Anmeldung über Mein Campus

---

**Modulbezeichnung:** Hochfrequenztechnik (HF) 5 ECTS  
 (Microwave Technology)

Modulverantwortliche/r: Martin Vossiek  
 Lehrende: Martin Vossiek

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Hochfrequenztechnik (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Martin Vossiek)  
 Hochfrequenztechnik Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Assistenten)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Empfohlene Voraussetzungen:
- Passive Bauelemente
  - Elektromagnetische Felder I

---

**Inhalt:**

Nach einer Einführung in die Frequenzbereiche und Arbeitsmethoden der Hochfrequenztechnik werden die Darstellung und Beurteilung linearer n-Tore im Wellen-Konzept systematisch hergeleitet und Schaltungsanalysen in der Streumatrix-Darstellung durchgeführt. Bauelemente wie Dämpfungsglieder, Phasenschieber, Richtungsleitungen, Anpassungstransformatoren, Resonatoren und Mehrkreisfilter sowie Richtkoppler und andere Verzweigungs-n-Tore erfahren dabei eine besondere Behandlung, insbesondere in Duplex- und Brückenschaltungen. Rauschen in Hochfrequenzschaltungen wirkt vor allem in Empfängerstufen störend und ist zu minimieren. Antennen und Funkfelder mit ihren spezifischen Begriffen, einschließlich der Antennen- Gruppen bilden einen mehrstündigen Abschnitt. Abschließend werden Hochfrequenzanlagen, vor allem Sender- und Empfängerkonzepte in den verschiedenen Anwendungen wie Rundfunk, Richtfunk, Satellitenfunk, Radar und Radiometrie vorgestellt und analysiert.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erwerben fundierte Kenntnisse über die typischen passiven HF-Bauelemente sowie den Umgang mit Streuparametern und die Analyse von HF-Schaltungen.
- lernen Antennenkonzepte und elementare Berechnungsmethoden für Antennen, Funkfelder, Rauschen und HF-Systeme kennen.
- sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von HF-Bauelementen und Baugruppen sowie Antennen und einfachen HF-Systemen zu berechnen und zu bewerten.

**Literatur:**

Zinke, O., Brunswig, H.: Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, Band 1, 6. Auflage. Springer-Verlag: Berlin (2000).  
 Voges, E.: Hochfrequenztechnik. Hüthig Verlag (2004)

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Elektro- und Informationstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Elektrotechnik und Informationstechnik (Bachelor of Education)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Hochfrequenztechnik (Prüfungsnummer: 27201)

(englische Bezeichnung: Microwave Engineering)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Martin Vossiek

---

---

**Modulbezeichnung:** Hochleistungsstromrichter für die EEV (HSTR) **5 ECTS**  
(Power Converters in Electrical Power Systems)

Modulverantwortliche/r: Matthias Luther  
Lehrende: Gert Mehlmann

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Hochleistungsstromrichter für die EEV (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Gert Mehlmann)  
Übungen zu Hochleistungsstromrichter für die EEV (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Alexander Raab)

---

**Inhalt:**

In elektrischen Energieversorgungsnetzen aller Spannungsebenen werden immer häufiger leistungselektronische Anlagen und Betriebsmittel zur Versorgung von Abnehmern, zur Integration dezentraler Stromerzeuger (z. B. Windkraftanlagen), zur Kompensation von Blindleistungen, zum Leistungsaustausch zwischen zwei Netzen sowie zur Steuerung des Lastflusses eingesetzt. Sie üben eine starke Rückwirkung auf das Netz und seine Abnehmer durch Verzerrung der Ströme und Spannungen und damit verbundene Blindleistungen aus. Ihr Einsatz muss daher sorgfältig geplant werden. Grundlage dafür sind die stationären Betriebsvorgänge in Drehstromsystemen mit leistungselektronischen Betriebsmitteln (Stromrichtersysteme) und ihre charakteristischen Kenngrößen, deren analytische Berechnung gezeigt wird

- Netzgeführte Stromrichter: Dreipulsige Elementarstromrichter - sechspulsige Stromrichter - zwölfpulsige Stromrichter - höherpulsige Stromrichter
- Beschreibung von Stromrichtersystemen im Zustandsraum: Berechnung des stationären Betriebes als periodische Folge von Schaltvorgängen im Zustandsraum - Resonanz in sechspulsigen Stromrichtersystemen - stationärer Betrieb zwölfpulsiger Stromrichtersysteme
- Netzgeführte Drehstromsteller: Gesteuerte Drehstromsteller - Einfluss des Nullsystems auf den Stellerbetrieb - dynamische Reihen- und Parallelkompensation - Resonanzen und ihre Vermeidung
- Selbstgeführte Stromrichter: Grundsaltungen - Erzeugung der Ausgangsspannungen von Spannungsumrichtern - stationärer Betrieb im Drehstromnetz - vollständige Lastflusssteuerung - Resonanzen und ihre Vermeidung

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- verstehen die stationären Betriebsvorgänge in Drehstromsystemen mit leistungselektronischen Betriebsmitteln (Stromrichtersysteme).
- analysieren und bewerten unterschiedliche Varianten von Stromrichterschaltungen und deren Verschaltung mit dem Drehstromsystem
- wenden Verfahren zur Berechnung und Bewertung der charakteristischen Kenngrößen typischer Schaltungsvarianten an.
- entwickeln ausgehend von dreipulsigen Elementarstromrichtern Verfahren zur Berechnung höherpulsiger Stromrichter und von dynamischen Kompensationsanlagen im Zustandsraum.

**Literatur:**

Herold, G.: Elektrische Energieversorgung V. Stromrichter in Drehstromnetzen. Wilburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2009

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung\_ (Prüfungsnummer: 62301)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Matthias Luther

---

**Organisatorisches:**

Grundlagen der elektrischen Energieversorgung für das Verständnis nötig.

---

**Modulbezeichnung:** Hochspannungstechnik (HT) 5 ECTS  
 (High Voltage Engineering)

Modulverantwortliche/r: Matthias Luther

Lehrende: Dieter Braisch

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Hochspannungstechnik (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Dieter Braisch)

Übungen zu Hochspannungstechnik (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Kerstin Schmalfeld)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Grundlagen der Elektrotechnik

Grundlagen der elektrischen Energieversorgung

---

**Inhalt:**

Die Vorlesung vermittelt einen Einblick in die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochspannungstechnik. Darüber hinaus soll die Fähigkeit vermittelt werden, die sich aus der Spannungsbelastung der Betriebsmittel ergebende elektrische Beanspruchung der Isolierstoffe, qualitativ zu bewerten und quantitativ zu ermitteln. Hierzu werden die physikalischen Vorgänge beim Durchschlag in gasförmigen, flüssigen und festen Isolierstoffen näher betrachtet und es werden analytische und numerische Berechnungsverfahren vermittelt, mit deren Hilfe Grundlagen zur Konstruktion und Wahl der Isolierstoffe abgeleitet werden können. Abschließend werden Verfahren zur Hochspannungserzeugung und die Hochspannungsmess- und Prüftechnik vorgestellt.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- verstehen die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochspannungstechnik
- wenden verschiedene Verfahren zur Berechnung elektrischer Felder an
- analysieren und bewerten konstruktive Problemstellungen und die sich ergebenden Beanspruchungen
- verstehen die Grundlagen und die physikalischen Hintergründe der elektrischen Festigkeit verschiedener Isolierstoffe
- entwickeln mit diesen Erkenntnissen und dem Wissen um die physikalischen Vorgänge bei einem Durchschlag in unterschiedlichen Isoliermedien neue konstruktive und materialtechnische Lösungen
- analysieren die Ursachen von Überspannungen in Hochspannungsanlagen
- unterscheiden Verfahren zur Hochspannungserzeugung
- verstehen die grundlegenden Verfahren der Hochspannungsprüftechnik

**Literatur:**

Hilfsblätter

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Hochspannungstechnik\_ (Prüfungsnummer: 62401)  
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90  
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)  
1. Prüfer: Matthias Luther

---

**Organisatorisches:**

-

---

**Modulbezeichnung:** Image and Video Compression (IVC) 5 ECTS  
(Image and Video Compression)

Modulverantwortliche/r: André Kaup

Lehrende: André Kaup, Daniela Wokusch (geb. Lanz)

---

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Image and Video Compression (SS 2020, Vorlesung, 3 SWS, André Kaup)

Übung Image and Video Compression (SS 2020, Übung, 1 SWS, Daniela Wokusch (geb. Lanz))

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Modul „Signale und Systeme II“ und das Modul „Nachrichtentechnische Systeme“

---

**Inhalt:**

**Multi-Dimensional Sampling**

Sampling theorem revisited, 2D sampling, spatiotemporal sampling, motion in 3D sampling

**Entropy and Lossless Coding**

Entropy and information, variable length codes, Huffman coding, unary coding, Golomb coding, arithmetic coding

**Statistical Dependency**

Joint entropy and statistical dependency, run-length coding, fax compression standards

**Quantization**

Rate distortion theory, scalar quantization, Lloyd-Max quantization, entropy coded scalar quantization, embedded quantization, adaptive quantization, vector quantization

**Predictive Coding**

Lossless predictive coding, optimum 2D linear prediction, JPEG-LS lossless compression standard, differential pulse code modulation (DPCM)

**Transform Coding**

Principle of transform coding, orthonormal transforms, Karhunen-Loève transform, discrete cosine transform, bit allocation, compression artifacts

**Subband Coding**

Principle of subband coding, perfect reconstruction property, discrete wavelet transform, bit allocation for subband coding

**Visual Perception and Color**

Anatomy of the human eye, sensitivity of the human eye, color spaces, color sampling formats

**Image Coding Standards**

JPEG and JPEG2000

**Interframe Coding**

Interframe prediction, motion compensated prediction, motion estimation, motion compensated hybrid coding

**Video Coding Standards**

H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2 / H.262, H.264 / MPEG-4 AVC, H.265 / MPEG-H HEVC

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- veranschaulichen die mehrdimensionale Abtastung und den Einfluss darauf durch Bewegung im Videosignal
- unterscheiden und bewerten verschiedene Verfahren zur verlustfreien Codierung von Bild- und Videodaten
- verstehen und analysieren Verbundentropie und statistische Abhängigkeiten in Bild- und Videodaten
- berechnen skalare und vektorielle Quantisierer nach unterschiedlichen Optimierungsvorgaben (minimaler mittlerer quadratischer Fehler, entropiecodiert, eingebetteter Quantisierer)
- bestimmen und evaluieren optimale ein- und zwei-dimensionale lineare Prädiktoren

- wenden Prädiktion und Quantisierung sinnvoll in einem gemeinsamen DPCM-System an
- verstehen das Prinzip und die Effekte von Transformations- und Teilbandcodierung für Bilddaten einschließlich optimaler Bitzuteilungen
- beschreiben die Grundzüge der menschlichen visuellen Wahrnehmung für Helligkeit und Farbe
- analysieren Blockschaltbilder und Wirkungsweisen hybrider Coder und Decoder für Videosignale
- kennen die maßgeblichen internationalen Standards aus ITU und MPEG zur Bild- und Videokompression.

The students

- visualize multi-dimensional sampling and the influence of motion within the video signal
- differentiate and evaluate different methods for lossless image and video coding
- understand and analyze mutual entropy and statistical dependencies in image and video data
- determine scalar and vector quantization for different optimization criteria (minimum mean square error, entropy coding, embedded quantization)
- determine and evaluate optimal one-dimensional and two-dimensional linear predictor
- apply prediction and quantization for a common DPCM system
- understand the principle and effects of transform and subband coding for image data including optimal bit allocation
- describe the principles of the human visual system for brightness and color
- analyze block diagrams and the functioning of hybrid coders and decoders for video signals
- know the prevailing international standards of ITU and MPEG for image and video compression.

**Literatur:**

J.-R. Ohm, „Multimedia Communications Technology“, Berlin: Springer-Verlag, 2004

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Image and Video Compression (Prüfungsnummer: 63101)

(englische Bezeichnung: Image and Video Compression)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: André Kaup

---

**Modulbezeichnung:** Information Theory and Coding (ITC) 5 ECTS  
 (Information Theory and Coding)

Modulverantwortliche/r: Ralf Müller  
 Lehrende: Ralf Müller

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Informationstheorie und Codierung (SS 2020, Vorlesung, 3 SWS, Ralf Müller)  
 Übungen zu Informationstheorie und Codierung (SS 2020, Übung, 1 SWS, Sebastian Lotter)

---

**Inhalt:**

1. Introduction: binomial distribution, (7,4)-Hamming code, parity-check matrix, generator matrix
2. Probability, entropy, and inference: entropy, conditional probability, Bayes' law, likelihood, Jensen's inequality
3. Inference: inverse probability, statistical inference
4. The source coding theorem: information content, typical sequences, Chebychev inequality, law of large numbers
5. Symbol codes: unique decidability, expected codeword length, prefix-free codes, Kraft inequality, Huffman coding
6. Stream codes: arithmetic coding, Lempel-Ziv coding, Burrows-Wheeler transform
7. Dependent random variables: mutual information, data processing lemma
8. Communication over a noisy channel: discrete memory-less channel, channel coding theorem, channel capacity
9. The noisy-channel coding theorem: jointly-typical sequences, proof of the channel coding theorem, proof of converse, symmetric channels
10. Error-correcting codes and real channels: AWGN channel, multivariate Gaussian pdf, capacity of AWGN channel
11. Binary codes: minimum distance, perfect codes, why perfect codes are bad, why distance isn't everything
12. Message passing: distributed counting, path counting, low-cost path, min-sum (=Viterbi) algorithm
13. Exact marginalization in graphs: factor graphs, sum-product algorithm
14. Low-density parity-check codes: density evolution, check node degree, regular vs. irregular codes, girth
15. Lossy source coding: transform coding and JPEG compression

–

1. Einleitung: Binomialverteilung, (7,4)-Hamming-Code, Paritätsmatrix, Generatormatrix
2. Wahrscheinlichkeit, Entropie und Inferenz: Entropie, bedingte Wahrscheinlichkeit, Bayes'sches Gesetz, Likelihood, Jensen'sche Ungleichung
3. Inferenz: Inverse Wahrscheinlichkeit, statistische Inferenz
4. Das Quellencodierungstheorem: Informationsgehalt, typische Folgen, Tschebyschev'sche Ungleichung, Gesetz der großen Zahlen
5. Symbolcodes: eindeutige Dekodierbarkeit, mittlere Codewortlänge, präfixfreie Codes, Kraft'sche Ungleichung, Huffmancodierung
6. Stromcodes: arithmetische Codierung, Lempel-Ziv-Codierung, Burrows-Wheeler-Transformation
7. Abhängige Zufallsvariablen: Transinformation, Datenverarbeitungslemma
8. Kommunikation over gestörte Kanäle: diskreter gedächtnisloser Kanal, Kanalcodierungstheorem, Kanalkapazität
9. Das Kanalcodierungstheorem: verbundtypische Folgen, Beweis des Kanalcodierungstheorems, Beweis des Umkehrsatzes, symmetrische Kanaäle
10. Fehlerkorrigierende Codes und reale Kanäle: AWGN-Kanal, mehrdimensionale Gauß'sche WDF, Kapazität des AWGN-Kanals

11. Binäre Codes: Minimaldistanz, perfekte Codes, Warum perfekte Codes schlecht sind, Warum Distanz nicht alles ist
12. Nachrichtenaustausch: verteiltes Zählen, Pfadzählen, günstigster Pfad, Minimumsummenalgorithmus
13. Exakte Marginalisierung in Graphen: Faktorgraph, Summenproduktalgorithmus
14. LDPC-Codes: Dichteevolution, Knotenordnung, reguläre und irreguläre Codes, Graphumfang
15. Verlustbehaftete Quellencodierung: Transformationscodierung und JPEG-Kompression

#### Lernziele und Kompetenzen:

The students apply Bayesian inference to problems in both communications and everyday's life.  
 The students explain the concept of digital communications by means of source compression and forward-error correction coding.  
 For the design of communication systems, they use the concepts of entropy and channel capacity.  
 They calculate these quantities for memoryless sources and channels.  
 The students proof both the source coding and the channel coding theorem.  
 The students compare various methods of source coding with respect to compression rate and complexity.  
 The students apply source compression methods to measure mutual information.  
 The students factorize multivariate functions, represent them by graphs, and marginalize them with respect to various variables.  
 The students explain the design of error-correcting codes and the role of minimum distance.  
 They decode error-correcting codes by means of maximum-likelihood decoding and message passing.  
 The students apply distributed algorithms to problems in both communications and everyday's life.  
 The students improve the properties of low-density parity-check codes by widening the girth and/or irregularity in the degree distribution.  
 The students transform source images into the frequency domain to improve lossy compression.

–

Die Studierenden wenden Bayes'sche Inferenz auf Probleme in der Nachrichtentechnik und im Alltagsleben an.  
 Die Studierenden erklären die konzeptuelle Trennung von digitaler Übertragung in Quellen- und Kanalcodierung.  
 Kommunikationssysteme entwerfen sie unter Betrachtung von Entropie und Kanalkapazität.  
 Sie berechnen diese Größen für gedächtnislose Quellen und Kanäle.  
 Die Studierenden beweisen sowohl das Quellen- als auch das Kanalcodierungstheorem.  
 Die Studierenden vergleichen verschiedenartige Quellencodierungsverfahren hinsichtlich Komplexität und Kompressionsrate.  
 Die Studierenden verwenden Quellencodierverfahren zur Messung von Transinformation.  
 Die Studierenden faktorisieren Funktionen mehrerer Veränderlicher, stellen diese als Graph dar und marginalisieren sie bezüglich mehrerer Veränderlicher.  
 Die Studierenden erklären den Entwurf von Kanalcodes und den Einfluss der Minimaldistanz.  
 Sie decodieren Kanalcodes gemäß maximaler Likelihood und Nachrichtenaustausch.  
 Die Studierenden wenden verteilte Algorithmen auf Probleme der Nachrichtentechnik und des Alltagslebens an.  
 Die Studierenden verbessern die Eigenschaften von LDPC-Codes durch Erhöhung des Umfangs und/oder durch irreguläre Knotenordnungsverteilungen.  
 Die Studierenden transformieren Bildquellen zur Verbesserung verlustbehafteter Kompression in den Frequenzbereich.

#### Literatur:

MacKay, D.: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung (Prüfungsnummer: 36011)

(englische Bezeichnung: Information Theory and Coding)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Ralf Müller

---

**Bemerkungen:**

Schlüsselwörter: ASC

---

**Modulbezeichnung:** Integrierte Navigationssysteme (NavSys) 5 ECTS  
 (Integrated and Embedded Navigation Systems)

Modulverantwortliche/r: Jörn Thielecke  
 Lehrende: Jörn Thielecke

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Integrierte Navigationssysteme (SS 2020, Vorlesung, 3 SWS, Jörn Thielecke)  
 Übung Integrierte Navigationssysteme (SS 2020, Übung, 1 SWS, Jörn Thielecke)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Keine formalen Voraussetzungen, geeignet für Masterstudium, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Physik, Signal- & Systemtheorie, Wahrscheinlichkeitstheorie.

---

**Inhalt:**

**1. Überblick**

- Von der Astronavigation zur Navigation mit Mikroelektronik
- Messprinzipien & Positionsberechnung (Standlinien/-flächen)
- Begriffsdefinitionen (s. US Federal Radionavigation Plan), Genauigkeit, Verfügbarkeit, Verlässlichkeit, Integrität, etc.
- Systematische Strukturierung des Gebiets: siehe 2. bis 7.

**2. Positions- und Lagebestimmung**

- Funkausbreitung und Funkortung (Beispiel WLAN)
- Fingerabdruckverfahren
- Lokalisierung mit Markovketten

**3. Koppelnavigation (Tracking) mittels Trägheitsnavigation**

- Koordinatensysteme und ihre Einsatzgebiete
- Mathematische Grundlagen, z.B. Quaternionen, Corioliseffekt
- Strapdown Inertial Navigation Systems
- Sensorprinzipien und Trägheitssensoren
- Computergestützte Lösung der Navigationsgleichungen
- System- und Fehlermodellierung im Zustandsraum
- Das Kalmanfilter und Glättung mittels Retrodiktion

**4. Seiteninformationen: Kinematik und Karten (kurze Übersicht)**

**5. Landmarken als lokaler Ortsbezug**

- Merkmalsbasierte Ortung z.B. mit Kamera oder UWB
- Partikelfilter und Monte-Carlo-Integration

**6. Integration von Navigationskomponenten: Sensordatenfusion**

- Fusionsarchitekturen: Beispiel GPS & Trägheitsnavigation

**7. Einbettung von Navigationssystemen**

- Assisted GPS oder Location Based Service

Anmerkung: Die Navigationsmethoden werden gleichermaßen anhand von Tafel- und Rechnerübungen (MATLAB) einstudiert

**Lernziele und Kompetenzen:**

1. Sie werden in die Lage versetzt, typische Navigationsverfahren hinsichtlich ihrer Funktionsweise und Einsetzbarkeit zu analysieren, zu bewerten und weiterzuentwickeln.
2. Sie lernen Navigationsgleichungen selbst aufzustellen, anzuwenden und mit unterschiedlichen Algorithmen auf dem Computer zu lösen.
3. Sie entwickeln ein Verständnis für die Herausforderungen bei der Integration unterschiedlicher Teilsysteme zu einem Navigationssystem und der Einbettung von Navigationssystemen in übergeordnete Systeme

**Literatur:**

Skriptum zur Lehrveranstaltung.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Integrierte Navigationssysteme (Prüfungsnummer: 61011)

(englische Bezeichnung: Integrated and Embedded Navigation Systems)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Jörn Thielecke

---

**Organisatorisches:**

Masterstudium (Wahlfach oder Wahlpflichtfach).

**Bemerkungen:**

Auskünfte bei Thielecke (09131/85 25-118, joern.thielecke@fau.de)

---

**Modulbezeichnung: Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (ISF)** **5 ECTS**  
 (Integrated Circuits for Wireless Technologies)

Modulverantwortliche/r: Robert Weigel  
 Lehrende: Robert Weigel, Timo Mai

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Christopher Söll)  
 Übungen zu Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Timo Mai)

---

**Inhalt:**

- Transceiver-Architekturen
- Hochfrequenzaspekte
- Transistoren und Technologien
- Passive Bauelemente und Netzwerke
- Rauscharme Vorverstärker
- Mischer
- Oszillatoren
- Phasenregelschleifen und Synthesizer
- Messtechnische Grundlagen

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- Den Aufbau sowie Vor- und Nachteile von Transceiver-Architekturen zu verstehen
- Hochfrequenzaspekte von Transistoren und Schaltungen zu analysieren
- Geeignete Integrationstechnologien auszuwählen
- Passive Bauelemente und Netzwerke zu verstehen und anzuwenden
- Schaltungstopologien rauscharmer Vorverstärker, Mischer, Oszillatoren anzuwenden und zu analysieren

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (Prüfungsnummer: 62601)

(englische Bezeichnung: Integrated Circuits for Wireless Technologies)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Robert Weigel

---

---

**Modulbezeichnung:** Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung (IEU) 5 ECTS  
 (National and International Electricity Industry)

Modulverantwortliche/r: Martin Konermann  
 Lehrende: Martin Konermann

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Martin Konermann)  
 Übung zu Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung (SS 2020, Übung, 2 SWS, Michael Richter)

---

**Inhalt:**

Wie versorgt sich die wachsende Weltbevölkerung heute und in der Zukunft mit Energie? Welche globalen Auswirkungen haben die Klimagase (u.a. CO<sub>2</sub>) auf das Weltklima? Welche Lösungsbeiträge ergeben sich aus dem Einsatz von regenerativen Energieformen und welche technischen Herausforderungen sind dabei zu bewältigen? Wie funktioniert die Energieversorgung in Deutschland? Wie ist die deutsche Elektrizitätswirtschaft aufgebaut? Wie sind die Strukturen der internationalen Elektrizitätsversorgung? Dies sind die Fragestellungen, die im ersten Teil der Vorlesung analysiert werden. Im zweiten Teil der Vorlesung werden die betriebswirtschaftlichen Aspekte der Energiewirtschaft behandelt und die wesentlichen Zusammenhänge der Unternehmensführung dargestellt. Wie kann die Wirtschaftlichkeit einer Investition berechnet werden? Welche kaufmännischen Funktionen werden bei der Unternehmensführung benötigt? Bilanz und GuV - wofür braucht man das, was kann man daraus über ein Unternehmen erfahren? Was muss man als Ingenieur wissen, um die Arbeiten der Kaufleute verstehen zu können? Diese Zusammenhänge werden dargestellt und anhand von Praxisbeispielen erläutert.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- verstehen die Grundlagen der Weltenergiewirtschaft
- erläutern den Zusammenhang von Klimagasen und regenerativen Energieerzeugung
- kennen die Strukturen der internationalen Gaswirtschaft
- analysieren die Elektrizitätswirtschaft in Deutschland
- verstehen die aktuellen Herausforderungen der deutschen Energiewirtschaft insb. durch die Energiewende
- beschreiben die Grundlagen der Internationalen Elektrizitätswirtschaft
- verstehen die Hintergründe Strategieentwicklung
- kennen die im Bereich der Energiewirtschaft üblichen Organisationsstrukturen
- erläutern die kaufmännischen Funktionen in Unternehmen
- wenden die Grundlagen der Investitionsrechnung auf praxisnahe Beispiele an
- beschreiben die Grundlagen der Unternehmensbewertung und wenden diese an
- erklären und berechnen für die Bilanzanalyse wichtige Kenngrößen

**Literatur:**

Müller, Leonhard: Handbuch der Elektrizitätswirtschaft. Berlin: Springer, 2. Auflage 2001  
 Alle gezeigten Folien werden als Kopie zur Verfügung gestellt.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Infor-

mationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung (Prüfungsnummer: 63211)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Martin Konermann

---

---

**Modulbezeichnung: Kanalcodierung (KaCo)** **5 ECTS**  
 (Channel Coding)

Modulverantwortliche/r: Clemens Stierstorfer  
 Lehrende: Clemens Stierstorfer

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Tutorial for Channel Coding (SS 2020, Übung, 1 SWS, Clemens Stierstorfer)  
 Channel Coding (SS 2020, Vorlesung, 3 SWS, Clemens Stierstorfer)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Es ist hilfreich, wenn die Studierenden die erlernten Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) umsetzen können.  
 It would be very helpful if the participants can implement the specified algorithms into a programming language (C, Matlab, etc.).

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Digital Communications  
 Information Theory and Coding

---

**Inhalt:**

1 Introduction and Motivation 1.1 Definition, Related Fields 1.2 Basic Principles 1.2.1 Schemes 1.2.2 How to Add Redundancy 1.2.3 Applications 1.3 Historical Notes  
 2 Fundamentals of Block Coding 2.1 General Assumptions 2.2 Transmission Channels 2.2.1 Discrete-Time AWGN Channel 2.2.2 Binary Symmetric Channel (BSC) 2.2.3 Channels with Memory 2.3 Motivation for Coding 2.4 Fundamentals of Block Coding 2.4.1 Code and Encoding 2.4.2 Decoding  
 3 Introduction to Finite Fields I 3.1 Group 3.1.1 Orders of Elements and Cycles 3.1.2 Subgroups, Cosets 3.2 Field 3.3 Vector Spaces  
 4 Linear Block Codes 4.1 Generator Matrix 4.2 Distance Properties 4.3 Elementary Operations 4.4 Parity-Check Matrix 4.5 Dual Codes 4.6 Syndrome Decoding 4.7 Error Probability and Coding Gain 4.7.1 Error Detection 4.7.2 Error Correction - BMD 4.7.3 Error Correction - ML Decoding 4.7.4 Coding Gain 4.7.5 Asymptotic Results 4.8 Modifications of Codes 4.9 Bounds on the Minimum Distance 4.10 Examples for Linear Block Codes 4.10.1 Binary Hamming Codes ( $q=2$ ) 4.10.2 Simplex Codes 4.10.3 Ternary Golay Code 4.10.4 Reed-Muller Codes  
 5 Linear Cyclic Codes 5.1 Modular Arithmetic 5.2 Generator Polynomial 5.3 Parity-Check Polynomial 5.4 Dual Codes 5.5 Discrete Systems over  $F_q$  5.6 Encoders for Cyclic Codes 5.6.1 Generator Matrix 5.6.2 Non-Systematic Encoding 5.6.3 Systematic Encoding 5.6.4 Systematic Encoding Using  $h(x)$  5.7 Syndrome Decoding 5.7.1 Syndrome 5.7.2 Decoding Strategies 5.8 Examples for Linear Cyclic Block Codes 5.8.1 Repetition Code and Single Parity-Check Code 5.8.2 Binary Hamming Codes 5.8.3 Simplex Codes 5.8.4 Golay Codes 5.8.5 CRC Codes  
 6 Introduction to Finite Fields II 6.1 Extension Fields 6.2 Polynomials over Finite Fields 6.3 Primitive Element 6.4 Existence of Finite Fields 6.5 Finite Fields Arithmetic 6.6 Minimal Polynomials, Conjugate Elements, and Cyclotomic Cosets 6.7 Summary of Important Properties of Finite Fields 6.8 (Discrete) Fourier Transform over Finite Fields  
 7 BCH and RS Codes 7.1 The BCH Bound 7.2 Reed-Solomon Codes 7.3 BCH Codes 7.4 Algebraic Decoding of BCH Codes and RS Codes 7.4.1 Basic Idea 7.4.2 The Berlekamp-Massey Algorithm 7.5 Application: Channel Coding for CD and DVD 7.5.1 Error Correction for the CD 7.5.2 Error Correction for the DVD  
 8 Convolutional Codes 8.1 Discrete Systems over  $F$  8.2 Trellis Coding 8.3 Encoders for Convolutional Codes 8.4 (Optimal) Decoding of Convolutional Codes 8.4.1 Maximum-Likelihood Sequence Estimation (MLSE) 8.4.2 Maximum A-Posteriori Symbol-by-Symbol Estimation  
 9 Codes with Iterative Decoding 9.1 State of the Art 9.2 Preliminaries 9.2.1 Check Equations 9.2.2 Repetition Code, Parallel Channels 9.2.3 Log-Likelihood Ratios (LLR) 9.3 Turbo Codes 9.4 LDPC Codes

## Lernziele und Kompetenzen:

Das Modul Kanalcodierung umfasst eine umfassende Einführung in die Grundlagen der algebraischen, fehlerkorrigierenden Blockcodes sowie einen Einstieg in die Thematik der Faltungscodes. Iterativ decodierte Codeschemata wie Turbo-Codes und LDPC-Codes werden ebenfalls eingeführt. Im Einzelnen sind die Inhalte oben aufgeführt.

Die Studierenden definieren die Problematik der Kanalcodierung, grenzen sie von anderen Codierverfahren (z.B. der Quellencodierung) ab und kennzeichnen die unterschiedlichen Ansätze zur Fehlerkorrektur und -erkennung. Sie nennen Beispiele für Einsatzgebiete von Kanalcodierung und geben einen Überblick über die historische Entwicklung des Fachgebiets.

Die Studierenden erstellen Übertragungsszenarien für den Einsatz von Kanalcodierung bestehend aus Sender, Übertragungskanal und Empfänger und beachten dabei die Grundannahmen beim Einsatz von Blockcodes bzw. der Modellierung der Kanäle. Sie formulieren mathematische Beschreibungen der Encodierung sowie der optimalen Decodierung bzw. suboptimaler Varianten.

Die Studierenden beherrschen die Grundlagen fehlerkorrigierender linearer Blockcodes, beschreiben diese mathematisch korrekt mittels Vektoren und Matrizen über endlichen Körpern und implementieren und bewerten zugehörige Encoder- und Decoderstrukturen insbesondere Syndromdecoder. Dabei modifizieren sie Generatormatrizen, ermitteln Prüfmatrizen und erstellen Syndromtabellen. Sie schätzen die minimale Hammingdistanz von Codes mittels (asymptotischer) Schranken ab und können den erzielbaren Codegewinn erläutern. Sie kennen und benutzen beispielhaften Codefamilien (z.B. Hamming-Codes, Simplex-Codes, Reed-Muller-Codes).

Die Studierenden erkennen die Vorteile zyklischer linearer Blockcodes und beschreiben diese mit Polynomen über endlichen Körpern. Sie nutzen die Restklassenrechnung bzgl. Polynomen zur Umsetzung systematischer Encoder und zur Realisierung von Syndromdecodern mittels Schieberegisterschaltungen. Sie kennen beispielhafte Codefamilien.

Die Studierenden nutzen Primkörper, Erweiterungskörper, Minimalpolynome und Kreisteilungsklassen sowie die Spektraldarstellung über endlichen Körpern zur Realisierung von BCH- und Reed-Solomon-Codes gemäß der BCH-Schranke. Sie verstehen die Grundlagen der Decodierung von BCH- und Reed-Solomon-Codes insbesondere des Berlekamp-Massey-Algorithmus. Sie skizzieren und erläutern die Kanalcodierkonzepte von CD und DVD.

Die Studierenden erklären die Unterschiede von Faltungscodes und Blockcodes, skizzieren anhand von tabellierten Generatorpolynomen zugehörige Encoder und erläutern diese. Sie erklären die Funktionsweise des optimalen Decoders (MLSE), demonstrieren diese beispielhaft und vergleichen sie mit symbolweiser Decodierung (MAP/MLSE).

Die Studierenden verstehen die Grundlagen der iterativen Decodierung, insbesondere wenden sie die Grundlagen des Information Combining zur Kombination von verschiedenen Beobachtungen an. Sie verstehen die Bedeutung von Log-Likelihood-Ratios bei iterativen Decodiervorgängen und berechnen diese. Sie skizzieren die Grundlegenden Encoder- und Decoderstrukturen von Turbo-Codes und die Grundzüge der Codierung mit LDPC-Codes u.a. der Decodierung mittels Belief Propagation.

Die Vorlesung erfolgt wechselweise auf Deutsch oder Englisch (Winter/Sommer). Die zur Verfügung gestellten Unterlagen sind ausschließlich in Englisch gehalten. Die Studierenden verwenden entweder die englischen Fachtermini sicher oder kennen diese und drücken sich sicher mit den entsprechenden deutschen Fachbegriffen aus.

Die Umsetzung der angegebenen Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) sollten die Studierenden zu diesem Zeitpunkt des Studiums üblicherweise beherrschen. Übungen hierzu bleiben der Eigeninitiative überlassen.

Students define the problems of channel coding, how to distinguish it from other coding methods (such as source coding) and how to describe the various different approaches to error correction and detection. They are able to list example application areas of channel coding and give an overview of the historical development of the field. Furthermore, they describe and analyze transmission scenarios for the application of channel coding which consist of transmitter, transmission channel and receiver, taking into account the general assumptions for applying block codes or modeling the channels. They formulate mathematical descriptions of encoding, optimal decoding and sub-optimal methods.

Students illustrate the principles of error-correcting linear block codes and describe them mathemati-

cally using vectors and matrices over finite fields. They implement and analyze corresponding encoder and decoder structures, in particular syndrome decoders, and modify generator matrices, construct test matrices and create syndrome tables. They estimate the minimum Hamming distance of codes using (asymptotic) bounds and are able to explain the coding gain that can be achieved in individual cases. They analyze and use example code families (e.g. Hamming codes, simplex codes, Reed-Muller codes).

Students explain the advantages of cyclic linear block codes and how to describe them with polynomials over finite fields. They apply polynomial modular arithmetic to implement systematic encoders and realize syndrome decoders using shift register circuits. They know and use exemplary code families.

Students use prime fields, extension fields, minimal polynomials and cyclotomic cosets, and spectral representation over finite fields to implement BCH and Reed-Solomon codes using the BCH bound. They understand the foundations of decoding BCH and Reed-Solomon codes, in particular the Berlekamp-Massey algorithm, and how to sketch and explain the channel coding concepts of CDs and DVDs.

Students are able to describe the differences between convolutional codes and block codes, to sketch the respective encoders based on tabulated generator polynomials and to explain them. They are able to explain how optimal decoders (MLSE) work using examples and compare them with symbol-by-symbol decoding (MAPSE).

Students sketch the foundations of iterative decoding. In particular, they apply methods of information combining to combine different observations. They use and calculate log-likelihood ratios in iterative decoding processes, sketch the basic encoding and decoding structures of turbo codes and the basics of coding using LDPC codes (including decoding using belief propagation).

Students are able to use the English technical terms correctly or know them and are able to express themselves using the respective technical terms in German.

#### Literatur:

- C. Stierstorfer, R. Fischer, J. Huber: Skriptum zur Vorlesung
- M. Bossert: Kanalcodierung, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 3. Auflage, 2013
- M. Bossert: Channel Coding for Telecommunications, John Wiley & Sons, 1999
- B. Friedrichs: Kanalcodierung, Springer Verlag, 1996
- S.B. Wicker: Error Control Systems for Digital Communications and Storage, Prentice-Hall, 1995

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Kanalcodierung (Prüfungsnummer: 62701)

(englische Bezeichnung: Channel Coding)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstabllegung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Clemens Stierstorfer

**Organisatorisches:**

Die Unterrichts- und Prüfungssprache (Deutsch oder Englisch) wird in der ersten Lehrveranstaltung mit den Studierenden vereinbart.

---

**Modulbezeichnung:** Kommunikationselektronik (KE) 5 ECTS  
(Communication Electronics)

Modulverantwortliche/r: Jörg Robert  
Lehrende: Jörg Robert

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Kommunikationselektronik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Jörg Robert et al.)  
Übung Kommunikationselektronik (SS 2020, Übung, 2 SWS, Clemens Neumüller)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse im Bereich digitaler Signalverarbeitung werden vorausgesetzt

---

**Inhalt:**

1. Einleitung
2. Darstellung von Signalen und Spektren
  - Kontinuierliche und diskrete Signale
  - Spektrum eines Signals
  - Unterabtastung und Überabtastung
3. Aufbau und Signale eines Software Defined Radio Systems
  - Blockschaltbild eines Software Defined Radio Systems
  - Basisband- und Trägersignale
  - Empfänger-Topologien
  - Signale in einem Software Defined Radio System
4. Drahtlose Netzwerke
5. Übertragungsstrecke
  - Funkstrecke
  - Antennen
6. Leistungsdaten eines Empfängers
  - Rauschen
  - Nichtlinearität
  - Dynamikbereich eines Empfängers
7. Digital Downconverter
  - CIC-Filter
  - Polyphasen-FIR-Filter
  - Halbband-Filterkaskade
  - Interpolation
8. Demodulation digital modulierter Signale
  - Einführung
  - Demodulation einer GFSK/PAM-Paketsendung

Content:

1. Introduction
2. Signal representation and discrete signals
  - a. Continuous and discrete signals
  - b. Signal spectrum
  - c. Downsampling and upsampling
3. Structure and signals of a Software Defined Radio
  - a. Block diagram of a Software Defined Radio
  - b. Base band signals and carrier signals
  - c. Receiver topologies
  - d. Signals in a Software Defined Radio

4. Wireless networks
5. Transmission path
  - a. Radio link
  - b. Antennas
6. Performance data of a receiver
  - a. Noise
  - b. Nonlinearities
  - c. Dynamic range of a receiver
7. Digital Down Converter
  - a. CIC filter
  - b. Polyphase FIR filter
  - c. Halfband filter cascade
  - d. Interpolation
8. Demodulation of digital modulated signals
  - a. Introduction
  - b. Demodulation of a GFSK/PAM packet transmission

The lecture Communication Electronics deals with aspects of circuitry and signal processing of wireless communication systems, built up as so-called "Software Defined Radio" systems. A receiver of a simple telemetry system serves as an example, being examined starting from its antenna to the user data output. The focus lies on the structure and the characteristic of the receiver's hardware as well as the algorithms for the reception of telemetry signals. Matlab and Octave compatible scripts are provided, implementing a typical system. These optional scripts serve the familiarization of the lecture's content in private study and can be used along with an optional USB-driven miniaturized receiver (not provided also not mandatory, but meant as a mean for self-study for eager students gaining practice about the algorithms presented in the lecture).

#### **Lernziele und Kompetenzen:**

1. Sie werden in der Lage sein, die komplette Übertragungskette eines Software Defined Radio Systems zu beschreiben und zu erläutern.
2. Sie entwickeln ein Verständnis, die in einem Software Defined Radio System auftretenden Probleme zu ermitteln und zu untersuchen. Zudem werden Sie in der Lage sein, optimale Konfigurationen für bestimmte Anwendungen zu berechnen.
3. Sie lernen das Auslegen von grundlegenden analogen Komponenten des Systems und können deren Leistungsfähigkeit hinterfragen.

Learning objectives and competencies:

1. You will be able to describe and explain a complete processing chain of a Software Defined Radio.
2. You will gain comprehension to determine and examine the problems arising in a Software Defined Radio. Moreover, you will be able to compute optimal configurations adapted for certain applications.
3. You will learn the configuration of the system's fundamental analog components and will be able to question their performance.

#### **Literatur:**

Skriptum zur Veranstaltung

---

#### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Elektrotechnik und Informationstechnik (Bachelor of Education)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Kommunikationselektronik (Prüfungsnummer: 27301)

(englische Bezeichnung: Communication Electronics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Jörg Robert

---

**Organisatorisches:**

Organisatorisches / Sprache: Skripten englisch Vorlesungsfolien englisch / im Downloadbereich in StudON auch deutsche Version verfügbar Vorlesungssprache deutsch Prüfungsrelevantesprache deutsch

**Modulbezeichnung:** Kommunikationsnetze (KONE) 5 ECTS  
(Communication Networks)

Modulverantwortliche/r: André Kaup  
Lehrende: André Kaup

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Kommunikationsnetze (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, André Kaup)  
Übung zu Kommunikationsnetze (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Johannes Bauer)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Kenntnisse über Grundbegriffe der Stochastik

**Inhalt:**

**Hierarchische Strukturen von Netzfunktionen**

OSI-Schichtenmodell, Kommunikation im OSI-Modell, Datenstrukturen, Vermittlungseinrichtungen

**Datenübertragung von Punkt zu Punkt**

Signalverarbeitung in der physikalischen Schicht, synchrones und asynchrones Multiplex, Verbindungsarten

**Zuverlässige Datenübertragung**

Fehlervorwärtskorrektur, Single-Parity-Check-Code, Stop-and-Wait-ARQ, Go-back-N-ARQ, Selective-Repeat-ARQ

**Vielfachzugriffsprotokoll**

Polling, Token Bus und Token Ring, ALOHA, slotted ALOHA, Carrier-Sensing-Verfahren

**Routing**

Kommunikationsnetze als Graphen, Fluten, vollständiger Baum und Hamilton-Schleife, Dijkstra-Algorithmus, Bellman-Ford-Algorithmus, statisches Routing mit Alternativen

**Warteraumtheorie**

Modell und Definitionen, Little's Theorem, Exponentialwarteräume, Exponentialwarteräume mit mehreren Bedienstationen, Halbexponentialwarteräume

**Systembeispiel Internet-Protokoll**

Internet Protokoll (IP), Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP)

**Multimedianeetze**

Klassifikation von multimedialen Anwendungen, Codierung von Multimediadaten, Audio- und Video-Streaming, Protokolle für interaktive Echtzeit-Anwendungen (RTP, RTCP), Dienstklassen und Dienstgütegarantien

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- verstehen den hierarchischen Aufbau von digitalen Kommunikationsnetzen
- unterscheiden grundlegende Algorithmen für zuverlässige Datenübertragung mit Rückkanal und beurteilen deren Leistungsfähigkeit
- analysieren Protokolle für Vielfachzugriff in digitalen Kommunikationsnetzen und berechnen deren Durchsatz
- unterscheiden Routingverfahren und berechnen optimale Vermittlungswege für beispielhafte Kommunikationsnetze
- abstrahieren und strukturieren Warteräume in Kommunikationsnetzen und berechnen maßgebliche Kenngrößen wie Aufenthaltsdauer und Belegung
- verstehen grundlegende Mechanismen für die verlustlose und verlustbehaftete Codierung von Mediendaten
- kennen die maßgeblichen Standards des Internets für Sicherung, Vermittlung und Transport von digitalen Daten

**Literatur:**

M. Bossert, M. Breitbach, „Digitale Netze“, Stuttgart: Teubner-Verlag, 1999

---

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung und Übung Kommunikationsnetze (Prüfungsnummer: 22901)

(englische Bezeichnung: Lecture/Tutorial: Communication Networks)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: André Kaup

---

### **Organisatorisches:**

keine Voraussetzungen

**Modulbezeichnung: Kommunikationsstrukturen (KOST)** **5 ECTS**  
(Communication Structures)

Modulverantwortliche/r: Jürgen Frickel  
Lehrende: Jürgen Frickel

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Kommunikationsstrukturen (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Jürgen Frickel)  
Übungen zu Kommunikationsstrukturen (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Jürgen Frickel)

**Inhalt:**

**Einführung**

- Information und Kommunikation
- Anwendungsgebiete - Kommunikation

**Strukturen und Eigenschaften von Kommunikationssystemen**

- Grundlegende Definitionen und Klassifikationen
- Grundlegende Strukturen

**Protokolle und Schnittstellen**

- Grundlagen
- Basis-Verfahren und Beispiele
- TCP/IP-Protokol
- Referenzmodell nach ISO/OSI
- Sicherungsschicht/Data Link Layer (LLC und MAC)
- Bitübertragungsschicht/Physical Layer
- Übertragungsmedien

**Hardware in Kommunikationsstrukturen**

- HW-Architekturen und Funktionsblöcke
- Digitale und Analoge Komponenten
- Schaltungsdetails von Komponenten

**Grundlagen von Bussystemen**

- Klassifikation
- Funktionale Eigenschaften
- Arbitrierungs-Verfahren

**Leitungsgebundene Anwendungen für Rechnersysteme**

- Bus-Applikationen
- *Baustein-/IC-interne Busse (AMBA, FPI, ConTraBus, ...)*
- *Baugruppeninterne Busse (I2C, Chipsätze+ Bridges, ...)*
- *Busse für Rechnersysteme (VME, ISA, PCI, PCIe, AGP, ...)*
- *Peripherie-Busse (ATA, IEC, USB, Firewire, Fibre Channel, Thunderbolt ...)*

**Leitungsgebundene Anwendungen in Systemen**

- Feldkommunikation
- *Automobil, Luftfahrt, Space (CAN, MOST, LIN, MILBus, Spacewire ...)*
- *Industrie, Haustechnik (Profibus, EIB, ...)*
- Weitverkehrsnetze
- *SDH, PDH, ATM, ...*

**Lernziele und Kompetenzen:**

1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt die Konzepte und Verfahren vor allem drahtgebundener Kommunikationssysteme anzuwenden.
2. Die Studierenden lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Kommunikationsprotokolle zu verstehen, und miteinander zu vergleichen.
3. Desweiteren analysieren und klassifizieren Sie grundlegende Strukturen von leitungsgebundenen Kommunikationssystemen anhand ihrer funktionalen Eigenschaften.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

**[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweitfach) inkl. Fachdidaktik | Elektro- und Informationstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Kommunikationsstrukturen (Prüfungsnummer: 68011)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Jürgen Frickel

---

**Bemerkungen:**

Vorlesung für Lehramtstudenten: 2 SWS

---

**Modulbezeichnung:** **Komponenten optischer Kommunikationssysteme (KOK)** **5 ECTS**  
 (Components for Optical Communication Systems)

Modulverantwortliche/r: Bernhard Schmauß  
 Lehrende: Bernhard Schmauß

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Komponenten optischer Kommunikationssysteme (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Bernhard Schmauß)  
 Komponenten optischer Kommunikationssysteme Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Christian Carlowitz)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Empfohlen werden grundlegende Kenntnisse in den Bereichen:

- Halbleiterphysik
- Strahlenoptik
- Photonik

---

**Inhalt:**

Seit Ende der 70er Jahre werden Systeme zur optischen Nachrichtenübertragung eingesetzt. Seit-her haben sich sowohl deren Übertragungskapazität als auch die Reichweite drastisch erhöht. Die so entstandenen optischen Kommunikationsnetze sind al Rückgrat der weltweiten Kommunikationsinfra-struktur zu sehen. Diese Entwicklungen wurden und werden besonders durch Innovationen auf dem Gebiet der Komponenten und Subsysteme ermöglicht. Im Rahmen der Vorlesung wird auf die physikali-schen Grundlagen der wichtigsten Komponenten wie Halbleiterlaser, Modulatoren, Glasfasern, optische Verstärker und Empfangsdioden eingegangen, wobei ein besonderes Augenmerk auf systemrelevante Effekte und Kenngrößen gelegt wird. An Beispielen wird der Einfluss von Komponenteneigenschaften auf die Leistungsmerkmale des Gesamtsystems erläutert. Dabei wird auch auf real eingesetzte oder in Entwicklung befindliche Komponenten und Systeme Bezug genommen.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- verstehen den Aufbau und die Funktionsweisen von opto-elektronischen und optischen Bauelemen-ten, die in der optischen Übertragungstechnik eingesetzt werden.
- können die optischen Eigenschaften der Systemkomponenten und deren Beeinflussung durch die gewählten Betriebsparameter beurteilen.
- kennen die verschiedenen Bauelemente und Subsysteme und deren Eigenschaften
- können die Bedeutung linearer und nichtlinearer faseroptischer Effekte und deren Auswirkung auf Systemeigenschaften einschätzen.
- können faseroptische Übertragungssysteme und ihre komponentenabhängigen Eigenschaften analy-sieren.
- beherrschen den grundlegenden Umgang mit Systemsimulationswerkzeugen zur Dimensionierung faseroptischer Übertragungssysteme.

**Literatur:**

Agrawal, G.P.: Fiber Optic Communication Systems, Willey, New York, 1992.  
 Voges, E.; Petermann, K.: Optische Kommunikationstechnik, Springer, Berlin, 2002.  
 Kaminow, I, Li, T.: Optical Fiber Telecommunications IVA, Academic Press, 2002.  
 Kaminow, I, Li, T., Willner,A.: Optical Fiber Telecommunications VA, Academic Press, 2008.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Komponenten optischer Kommunikationssysteme\_ (Prüfungsnummer: 24101)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Bernhard Schmauß

---

**Modulbezeichnung:** Kunststoff-Fertigungstechnik und -Charakterisierung (KFC) 5 ECTS  
(Polymer Production Technology and Characterisation)

Modulverantwortliche/r: Dietmar Drummer  
Lehrende: Dietmar Drummer

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 2 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Kunststoff-Fertigungstechnik (WS 2019/2020, Vorlesung, Dietmar Drummer)  
Kunststoffcharakterisierung und -analytik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Dietmar Drummer)

**Inhalt:**

***Inhalt: Kunststoff-Fertigungstechnik***

Die Vorlesung Kunststoff-Fertigungstechnik stellt die Technik zur Fertigung von Kunststoff-Bauteilen und die dafür benötigte Anlagen- und Werkzeugtechnik vor. Dabei wird auch auf die Sensorik, Regelung und Steuerung in Fertigungsprozessen eingegangen.

Der Inhalt der Vorlesung gliedert sich wie folgt:

- Maschinen- und Anlagentechnik, Peripherie
- Aufbereitung und Compoundierung von Thermo- und Duroplasten
- Verarbeitungsverfahren (Extrusion, Spritzgießen, reagierende Formmassen)
- Weiterverarbeitungsverfahren
- Werkzeugtechnik: Auslegung und Bauformen (Spritzgießwerkzeuge und Extrusionswerkzeuge)
- Regeln und Steuern in der Kunststoffverarbeitung
- Maßnahmen der Qualitätskontrolle und -sicherung

***Inhalt: Kunststoffcharakterisierung und -analytik***

Die Vorlesung Kunststoffcharakterisierung und -analytik behandelt die verschiedenen Verfahren zur Analyse und Charakterisierung von Kunststoffen und Kunststoffbauteilen. Nach einer Einführung werden die Charakterisierungsmethoden für die verschiedenen Eigenschaftsspektren von Kunststoffen und Kunststoffbauteilen erläutert.

Diese sind insbesondere:

- Rheologisches Verhalten
- Mechanisches Verhalten
- Thermisches Verhalten
- Elektrisches Verhalten
- Optisches Verhalten
- Verhalten gegen Umwelteinflüsse
- Prüfverfahren für Schaumstoffe
- Prüfverfahren für Duroplaste

Die Vorlesung schließt mit je einer Einheit zur Computertomographie und zur Mikroskopie. Diese Techniken werden unter besonderer Berücksichtigung der Analyse von Kunststoffen und Kunststoffbauteilen erläutert.

**Lernziele und Kompetenzen:**

***Lernziele und Kompetenzen: Kunststoff-Fertigungstechnik***

**Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden**

- Kennen der Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoff-Fertigungstechnik.
- Kennen der zur Fertigung benötigten Maschinen und Anlagen, inkl. Peripherie wie Kühlgeräte, Mischer, Trockner und Handhabungsgeräte.
- Erläutern der Werkzeugtechnik mit Eigenschaften und Funktionen der einzelnen Elemente.
- Erläutern von Spritzgießwerkzeugen mit verschiedenen Werkzeugsystemen, Normalien, Oberflächen, Angussarten (Kalt- und Heißkanal), Entlüftung und Einsätzen.
- Verstehen von werkzeugbezogenen Fertigungsproblemen (bspw. Werkzeugdeformation, Überspritzen, Brenner), deren Folgen und Durchführung von Abhilfemaßnahmen.

- Erläutern von Extrusionswerkzeugen und deren Bauformen.

**Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren**

- Erstellung eines Werkzeugkonzepts für ein gegebenes Bauteil.
- Auswahl und Evaluation der benötigten Maschinen und Anlagen zur Fertigung eines Kunststoffprodukts.
- Bewertung von bestehenden Werkzeugen hinsichtlich Funktion und Bauweise.

**Lernziele und Kompetenzen: Kunststoffcharakterisierung und -analytik**

**Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden**

- Kennen von Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoffcharakterisierung und -analytik.
- Kennen und Verstehen der geeigneten Messverfahren, um spezielle Eigenschaften von Kunststoffen und Bauteilen zu bestimmen.
- Verstehen und erläutern der behandelten Mess- und Analyseverfahren.

**Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren**

- Bewertung und Klassifizierung geeigneter Mess- und Analyseverfahren hinsichtlich Kenngrößen wie Aufwand, Kosten und Genauigkeit für ein gegebenes Aufgabenszenario.
- Benennen und Einschätzen der auftretenden Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Charakterisierung und Analyse von Material- und Bauteileigenschaften besonderer Bauteile.
- Bewertende Darstellung der Eignung von Bauteilen und Kunststoffen für spezielle Einsatzszenarien aus der Kenntnis von Messgrößen.
- Begründete Auswahl von Messverfahren, um die Eignung von Kunststoffen und Bauteilen für ein spezielles Einsatzszenario zu bewerten.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

**[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Kunststoff-Fertigungstechnik und -Charakterisierung (Prüfungsnummer: 72311)

(englische Bezeichnung: Polymer Production Technology and Characterisation)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Dietmar Drummer

**Modulbezeichnung:** Leistungselektronik (EAM-Leist\_Elek-V) **5 ECTS**  
(Power Electronics)

Modulverantwortliche/r: Jens Igney

Lehrende: Jens Igney, Martin März

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Leistungselektronik (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Martin März et al.)

Übungen zu Leistungselektronik (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Martin März et al.)

**Inhalt:**

**Leistungselektronik**

**Grundlagen der Topologieanalyse (LEE):** Stationaritätsbedingungen, Strom-Spannungsformen, verbotene Schalthandlungen

**Nicht-isolierende Gleichspannungswandler (LEE):** Grundlegende Schaltungstopologien, Funktionsweise, Dimensionierung

**Isolierende Gleichspannungswandler (LEE):** Grundlegende Schaltungstopologien, Einfluss der galvanischen Trennung zwischen Ein- und Ausgang.

**Leistungshalbleiter (LEE):** Grundlagen der statischen und dynamischen elektrischen Eigenschaften von MOSFET, IGBT und Dioden (Kennlinien, Schaltverhalten, sicherer Arbeitsbereich)

**Passive Leistungsbauelemente (LEE):** Induktive Bauelemente (weichmagnetische Kernmaterialien, nichtlineare Eigenschaften, Kernverluste, Wicklungsverluste); Kondensatoren (Technologien und deren Anwendungseigenschaften, sicherer Arbeitsbereich, Impedanzverhalten)

**Treiber- und Ansteuerschaltungen für Leistungshalbleiter (LEE):** Grundsaltungen zur Ansteuerung MOS-gesteuerter Bauelemente mit und ohne galvanische Isolation, Schaltungen zur Erhöhung von Störabstand und Treiberleistung, Ladungspumpe, Schutzbeschaltungen, PWM-Modulatoren

**Gleichrichter und Leistungsfaktorkorrektur (LEE):** Phasenanschnittsteuerung, Phasenabschnittsteuerung, Gleichrichterschaltungen, Netzstromverformung, aktive Leistungsfaktorkorrektur

**Pulsumrichter AC/AC (EAM):** Übersicht, Blockschaltbild, netzseitige Stromrichter, lastseitiger Pulswechselrichter, Sinus-Dreieck- und Raumzeigermodulation, U/f-Steuerung für einen Antrieb, Dreipunktwechselrichter

**IGBT, Diode und Elko (EAM):** IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) und Diode: Durchlass- und Schaltverhalten, Kurzschluss, Ansteuerung, Schutz, niederinduktive Verschienung, Entwärmung; Elko: Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren, Brauchbarkeitsdauer, Impedanz

**Übersicht Mehrpunkt-Topologien (EAM):** 3-Punkt Topologien, Gleichrichter- und Wechselrichtervarianten, Raumzeigerdiagramm, Mehrpunkt-Topologien

**Halbleiter mit breitem Bandabstand, SiC, GaN (EAM):** Materialeigenschaften, Siliziumcarbid (SiC), Galliumnitrid (GaN), Verfügbare Bauelemente und Technologien, Auswirkung auf Aufbau- und Schaltungstechnik

**Power Electronics**

\* (LEE):

**Pulse-controlled converters (EAM):** Overview, block diagram, line-side converter, load-side inverter, sinus-triangular and space vector modulation, V/f-open loop control, three-step inverter

**IGBT, Diode and electrolytic capacitor (EAM):** IGBT: (Insulated Gate Bipolar Transistor) and Diode: conducting and switching characteristics, short circuit, control, protection, low inductance conductor bars, cooling; electrolytic capacitor: useful life, impedance

**Overview of multilevel topologies (EAM):** 3-level topologies, rectifier and inverter variants, space vector diagram, multilevel topologies

**Wide band gap semiconductors (EAM):** material properties, silicon carbide (SiC), gallium nitride (GaN), existing components and technologies, effects on packaging and circuit technology

### Lernziel

In der Vorlesung werden die Grundlagen zum Verständnis der Spannungswandlerschaltungen gelegt. Dies betrifft sowohl die Funktionsweise der Schaltungen, die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Schaltungsprinzipien als auch die Besonderheiten der wesentlichen Komponenten wie Halbleiterschalter und induktive Bauteile. Die Erkenntnisse können auf neue Schaltungen übertragen und weiterentwickelt werden.

This lecture provides the basic understanding of switch mode power supplies: the operation of the circuits, the advantages and disadvantages of various circuit principles and the special features of the key components like semiconductor switches and inductive components.

### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- verstehen die Betriebsweise grundlegender Spannungswandlerschaltungen ohne bzw. mit galvanischer Trennung,
- dimensionieren diese Schaltungen unter Berücksichtigung der speziellen Eigenschaften der Halbleiterschalter sowie der induktiven Komponenten im Hinblick auf Zuverlässigkeit der Schaltungen und maximalen Wirkungsgrad,
- bewerten die gefundenen Dimensionierungen,
- sind in der Lage ihre Lösungen zu präsentieren,
- können die Ziele für weiterführende Entwicklungen definieren,
- planen die eigene Entwicklung mit Blick auf das zukünftige Arbeitsfeld.

### Literatur:

Skripte

Scripts accompanying the lecture

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Leistungselektronik (Prüfungsnummer: 66301)

(englische Bezeichnung: Power Electronics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Martin März, 2. Prüfer: Jens Igney

### Organisatorisches:

Die Vorlesung Leistungselektronik wird etwa zu gleichen Teilen vom Lehrstuhl für Leistungselektronik (LEE) und dem Lehrstuhl für Elektrische Antriebe und Maschinen (EAM) durchgeführt.

This lecture is given partly by the chair of power electronics (LEE) and partly by the chair of electrical drives and machines (EAM).

**Modulbezeichnung:** Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang (LE KFZ) 5 ECTS

(Power electronics in vehicles and electric powertrains)

Modulverantwortliche/r: Martin März

Lehrende: Martin März

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Martin März)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik

**Inhalt:**

- Fahrzeugspezifische Anforderungen an Elektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen
- Leistungselektronik in Fahrzeugen mit konventionellem Bordnetz (12/24 V)
- Hybride und rein elektrische Antriebsstrangtopologien (HEV, PHEV, FCEV, BEV)
- Leistungselektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Ladegeräte, Umrichter, Gleichspannungswandler): Schaltungskonzepte, Schaltungsauslegung, Simulation

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- kennen die Grundstruktur und die Eigenschaften des 12/24V Bordnetzes von Kraftfahrzeugen
- kennen die fahrzeugspezifischen Anforderungen an Leistungselektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen
- kennen den Aufbau der in den verschiedenen Fahrzeugsteuergeräten eingesetzten Leistungselektronik und die Eigenschaften der darin verwendeten Leistungsschalter (Smart-Power)
- kennen die verschiedenen Grundstrukturen (Topologien) der Antriebsstränge von Hybrid- und Elektrofahrzeugen
- analysieren verschiedene Antriebsstrangtopologien bezüglich ihrer Anwendungseigenschaften
- kennen die Grundsaltungen aller für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erforderlichen leistungselektronischen Wandler (Antriebsumrichter, Gleichspannungswandler)
- kennen die wichtigsten technischen Ansätze zur Reduzierung von Bauvolumen, Verlustleistung und Kosten
- kennen die Grundsaltungen, die Systemtechnik und die Sicherheitsanforderungen bei kabelgebundenen und kontaktlosen Ladeverfahren
- kennen eine Methodik zur Antriebsstrangsimulation auf Fahrzeugebene

*Fachkompetenz*

*Anwenden*

- Anforderungen an Leistungselektronik für Kraftfahrzeuge beschreiben
- Die wichtigsten Bauelemente und Grundsaltungen auslegen

*Analysieren*

- diskutieren die mit elektrifizierten Antriebssträngen (Hybrid- bzw. Elektrofahrzeuge) verbundenen Zielsetzungen und Basiskonzepte sowie die Grundlagen der dazu erforderlichen leistungselektronischen Systeme

**Literatur:**

Begleitendes Vorlesungsskript

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebstrang (Prüfungsnummer: 68701)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Martin März

---

---

**Modulbezeichnung:** Leistungselektronik in Drehstromnetzen: HGÜ und **FACTS (LED)** **5 ECTS**  
 (Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS)

Modulverantwortliche/r: Dietmar Retzmann  
 Lehrende: Dietmar Retzmann

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Leistungselektronik in Drehstromnetzen: HGÜ und FACTS (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Christoph Hahn)

Übung zu Leistungselektronik in Drehstromnetzen: HGÜ und FACTS (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Johannes Porst)

---

**Inhalt:**

- Einführung: Sicherheit und Nachhaltigkeit der Energieversorgung
- Trends in der Gleich- und Wechselstromübertragung, EHV & UHV
- Übertragungslösungen mit HGÜ und FACTS
- Grundlagen der FACTS - Flexible AC Transmission Systems
- Grundlagen der HGÜ - Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
- VSCs zur Übertragung und Special Grids - Grundlagen & Anwendungen
- Leistungselektronik zur Verteilung und in industriellen Systemen
- Effizienz der elektrischen Energieversorgung
- Projekte, Studien und Anwendungen
- Neue Trends bei VSCs, Antrieben, GIS/HIS, GIL, Speicherung, H2 & HTSC

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studenten

- kennen die leistungselektronischen Elemente für den Einsatz in Drehstromsystemen,
- analysieren den Aufbau wichtigster Anlagen der Leistungselektronik in Drehstromnetzen,
- analysieren das Betriebsverhalten wichtigster Anlagen der Leistungselektronik in Drehstromnetzen,
- analysieren die Regelverfahren verschiedener Technologien der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) und Flexible AC Transmission Systems (FACTS),
- wenden Berechnungsverfahren zur Auslegung und Optimierung leistungselektronischer Anlagen an und
- evaluieren Potentiale leistungselektronischer Anlagen zur Steigerung der Effizienz.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Leistungselektronik in Drehstromnetzen: HGÜ und FACTS (LED) (Prüfungsnummer: 60711)

(englische Bezeichnung: Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Dietmar Retzmann

---

**Bemerkungen:**

Anmeldung zur Vorlesung im StudON

---

**Modulbezeichnung:** Leistungshalbleiterbauelemente (LHBL) **5 ECTS**  
(Power Semiconductor Devices)

Modulverantwortliche/r: Tobias Erlbacher

Lehrende: Tobias Erlbacher, Tobias Stolzke

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Leistungshalbleiterbauelemente (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Tobias Erlbacher)

Übung zu Leistungshalbleiterbauelemente (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Tobias Stolzke)

---

**Inhalt:**

Nach einer Einführung in die Anwendungsgebiete, die Historie von Leistungshalbleiterbauelementen und die relevante Halbleiterphysik, werden die heute für kommerzielle Anwendungen relevanten Ausführungsformen von monolithisch integrierten Leistungsbauelemente besprochen. Zunächst werden Bipolarleistungsdioden und Schottkydioden als gleichrichtende Bauelemente vorgestellt. Anschließend werden der Aufbau und die Funktion von Bipolartransistoren, Thyristoren, unipolaren Leistungstransistoren (MOSFETs) und IGBTs erörtert. Dabei wird neben statischen Kenngrößen auch auf Schaltvorgänge und Schaltverluste eingegangen sowie die physikalischen Grenzen dieser Bauelemente diskutiert. Nach einer Vorstellung von in Logikschaltungen integrierter Leistungsbauelemente (Smart-Power ICs) erfolgt abschließend die Diskussion von neuartigen Bauelementkonzepten auf Siliciumkarbid und Galliumnitrid, welche immer stärker an Bedeutung gewinnen.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

*Fachkompetenz*

*Anwenden*

- erklären den Aufbau und die Funktion sowie die elektrischen Eigenschaften gängiger Leistungshalbleiterbauelemente
- vergleichen Leistungshalbleiterbauelemente auf „Wide-Bandgap“-Materialien (SiC, GaN).

*Analysieren*

- klassifizieren Leistungsbauelemente hinsichtlich statischen und dynamischen Verlusten und Belastungsgrenzen
- diskutieren die Möglichkeiten und Grenzen gängiger Leistungshalbleiterbauelemente
- unterscheiden Integrationskonzepte für Leistungshalbleiterbauelemente in integrierte Schaltungen

-

**Literatur:**

- Fundamentals of Power Semiconductor Devices, B. J. Baliga, Springer, New York, 2008 ISBN: 978-0-387-47313-0
  - Halbleiter-Leistungsbauelemente, Josef Lutz, Springer, Berlin, 2006 ISBN: 978-3-540-34206-9
  - Leistungselektronische Bauelemente für elektrische Antriebe, Dierk Schröder, Berlin, Springer, 2006 ISBN: 978-3-540-28728-5
  - Physics and Technology of Semiconductor Devices, A. S. Grove, Wiley, 1967, ISBN: 978-0-471-32998-5
  - Power Microelectronics - Device and Process Technologies, Y.C. Liang und G.S. Samudra, World Scientific, Singapore, 2009 ISBN: 981-279-100-0
  - Power Semiconductors, S. Linder, EFPL Press, 2006, ISBN: 978-0-824-72569-3
  - V. Benda, J. Gowar, D. A. Grant, Power Semiconductor Devices, Wiley, 1999
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Leistungshalbleiter-Bauelemente (Prüfungsnummer: 62801)

(englische Bezeichnung: High-Performance Semiconductor Components)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Tobias Erlbacher

---

---

**Modulbezeichnung:** Linearantriebe (EAM-Linear-V) 5 ECTS  
(Linear Drives)

Modulverantwortliche/r: Ingo Hahn  
Lehrende: Ingo Hahn

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Linearantriebe (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Ingo Hahn)  
Übungen zu Linearantriebe (SS 2020, Übung, 2 SWS, Martha Bugsch)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik

---

**Inhalt:**

1. Motivation
2. Bauformen
3. Arten von elektrischen Linearmotoren
  - 3.1 Gleichstrom-Linearmotor
  - 3.2 Drehstrom-Linearmotor
4. Regelung
  - 4.1 Stromregelung des Gleichstrom-Linearmotors mit konstantem Fluss
  - 4.2 U/f-Steuerung für Drehstrom-Linearmotoren mit konstantem Fluss
  - 4.3 Stromregelung der Drehstrom-Linearmotoren
5. Vertikale Kräfte, Randeffekte
6. Positionsmessung (Lage)

**Lernziele und Kompetenzen:**

**Ziel**

Die Studierenden sind in der Lage ihre Kenntnisse und Berechnungsmethoden der drehenden Antriebe auf Linearantriebe zu übertragen (Aufbau der Maschine, Regelungstechnik). Darüber hinaus berechnen sie Randeffekte und vertikale Kräfte, die bei drehenden Maschinen nicht vorkommen.

**Lernziele**

**Bauformen:** Die Studierenden können die Bauformen von Linearmotoren in ihren wesentlichen Eigenschaften beschreiben (Kurzstator, Langstator, Einzelkamm-Stator, Doppelkamm-Stator, Solenoidmotor).

**Arten von elektrischen Linearmotoren:** Die Studierenden können verschiedene Arten an Linearmotoren nennen und erklären (Gleichstrom- und Drehstrom-Linearmotoren). Sie erläutern das Funktionsprinzip der unterschiedlichen Motoren und berechnen die Vorschubkraftbildung. Ausgehend von Berechnungen der grundlegenden Kennzahlen konzipieren Sie einen Gleichstromlinearmotor. Die Studierenden erstellen Skizzen der Aufbaumöglichkeiten einer verteilten Zweischichtwicklung im Primärteil von Linearmotoren, leiten davon konstruktive Maßnahmen zur Unterdrückung von Oberwellen ab und skizzieren Querschnitte konkreter Umsetzungen. Sie erstellen Wicklungsschemata und Zonenfolgen verschiedener Linearmotoren. Die Studierenden beschreiben die Effekte und das Zustandekommen von Nutrastkräften und Nutrastung. Sie geben die wesentlichen Eigenschaften (Verluste, Ersatzschaltbilder, Zeigerdiagramme, Aufbau, grundlegende Gleichungen, Kennlinien) von Asynchron- und Synchronlinearmotoren wieder. Sie berechnen Verluste und wesentliche Kennzahlen des stationären Betriebsverhaltens. Sie erstellen Diagramme und Blockschaltbilder, die wesentliche Aspekte des Betriebs der Linearmotoren betreffen.

**Regelung elektrischer Linearmotoren:** Die Studierenden konzipieren die Stromregelung eines Gleichstrom-Linearmotors mit konstantem Fluss. Für Drehstrom-Linearmotoren erstellen sie die U/f-Steuerung mit konstantem Fluss sowie die feldorientierten Regelung. Die Studierenden fertigen Blockschaltbilder der unterschiedlichen Regelungs- und Steuerungsarten der verschiedenen Maschinentypen an. Sie berechnen die jeweils benötigten Regelparameter.

**Vertikale Kräfte und Randeffekte bei Linearmotoren:** Die Studierenden beschreiben die Entstehung vertikaler Kräfte und Randeffekte der Linearmotoren. Sie führen einfache Berechnungen hierzu durch und konzipieren Abhilfemaßnahmen.

**Möglichkeiten der Positionsmessung:** Die Studierenden nennen verschiedene optische Positionsmesssysteme und beschreiben deren Funktionsweise. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.

**Literatur:**

Skript

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Linearantriebe (Prüfungsnummer: 65601)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Ingo Hahn

---

---

**Modulbezeichnung:** MIMO Communication Systems (MIMOCom) 5 ECTS  
 (MIMO Communication Systems)

Modulverantwortliche/r: Robert Schober  
 Lehrende: Robert Schober

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

MIMO Communication Systems (SS 2020, Vorlesung, 3 SWS, Robert Schober)  
 Tutorial for MIMO Communication Systems (SS 2020, Übung, 1 SWS, Hedieh Ajam)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Basic course in communications

---

**Inhalt:**

Modern communication systems employ multiple antennas at the transmitter and/or receiver creating a multiple-input multiple-output (MIMO) system. This course covers the fundamental mathematical and communication theoretical concepts necessary for the design and analysis of MIMO communication systems. Relevant topics include MIMO Channel Capacity, Receive Diversity, Transmit Diversity, Space-Time Coding, Spatial Multiplexing, MIMO Transceiver Design, Multi-user MIMO, Massive MIMO, Relay-based MIMO, and applications in modern communication systems.

**Lernziele und Kompetenzen:**

The students

- learn about different MIMO channel models,
- analyze MIMO communication systems with respect to their channel capacity and reliability,
- determine MIMO figures of merit such as coding gain, diversity gain, and multiplexing gain,
- compare and evaluate different MIMO receiver designs,
- characterize the rate region of multiuser systems,
- analyze massive MIMO systems,
- discuss the advantages and disadvantages of different relay network architectures.

Die Studierenden

- lernen verschiedene MIMO-Kanalmodelle kennen,
- analysieren MIMO-Kommunikationssysteme hinsichtlich der Kanalkapazität und Zuverlässigkeit,
- ermitteln MIMO-Kenngrößen wie Codierungsgewinn, Diversitätsgewinn und Multiplexgewinn,
- vergleichen und beurteilen verschiedene MIMO-Empfangsstrategien,
- charakterisieren die Ratenregion von Mehrteilnehmersystemen,
- analysieren Massive-MIMO-Systeme,
- diskutieren die Vor- und Nachteile verschiedener Relaisnetzwerkarchitekturen.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

MIMO Communication Systems (Prüfungsnummer: 63001)

(englische Bezeichnung: MIMO Communication Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Robert Schober

---

---

**Modulbezeichnung:** **Medizinelektronik (MEL)** **5 ECTS**  
 (Medical Electronics)

Modulverantwortliche/r: Georg Fischer  
 Lehrende: Georg Fischer

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Medizinelektronik - Medical Electronics (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Georg Fischer)  
 Medizinelektronik - Übung / Medical Electronics Exercises (SS 2020, Übung, 2 SWS, Hossein Fazeli Khalili)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

We recommend completion of modules in "circuit design" before.

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Schaltungstechnik

---

**Inhalt:**

The Lecture and exercise deals with the following topics:

- Implications of MPG (Medizinproduktegesetz) on circuit design
- Electronics for medical diagnostics and therapy
- Circuit design of standard medical equipment ECG, EEG, EMG, SpO2
- Circuit technology for vital sensors
- Circuit technology for impedance spectroscopy
- Circuit technology for impedance tomography
- Circuit technology for microwave/mm-wave spectroscopic sensors
- Electronic Systems for AAL (Ambient Assisted Living)
- Electronic Systems including MEMS (Micro ElectroMechanical Systems) components
- Circuit technology around MEMS "Lab-on-chip"
- Circuit technology for implants
- Electronic circuits around „Smart Textiles“
- Body near energy harvesting

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Substantial knowledge on principles for the circuit design of medical electronic devices
- Ability to analyze circuit diagrams of medical electronic devices
- Ability to separate medical electronic devices into its subfunctions
- Ability to analyze energy budget of medical sensors and circuits with body near electronics
- Basic ability to design electronic circuits to comply with obligations by MPG
- Substantial knowledge on circuit design for standard medical devices, e.g. ECG, EEG, EMG
- Substantial knowledge on wireless Body Area Networks (BAN)
- Substantial knowledge on circuit design rules for micro/mmwave medical sensors
- Substantial knowledge on circuits including microsystem (MEMS) components for health assistance systems

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Medizinelektronik (Prüfungsnummer: 60301)

(englische Bezeichnung: Medical Electronics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Georg Fischer

---

---

**Modulbezeichnung: Mikrowellenschaltungstechnik (MWS)** **5 ECTS**  
 (Microwave Circuit Technology)

Modulverantwortliche/r: Martin Vossiek  
 Lehrende: Christian Carlowitz

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Mikrowellenschaltungstechnik (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Christian Carlowitz et al.)  
 Mikrowellenschaltungstechnik Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Assistenten)

---

**Inhalt:**

Die Mikrowellenschaltungstechnik ist ein essentieller Bestandteil vieler Sensor-, Kommunikations- und informationsverarbeitender Systeme geworden. Ihre Bedeutung wächst weiter mit der steigenden Vernetzung und Automatisierung in den Bereichen Verkehr, Energie und Industrie. Die Vorlesung „Mikrowellenschaltungstechnik“ behandelt das Design, die Analyse und die Realisierung von hochfrequenten elektronischen Schaltungen, wobei wegen ihrer großen Bedeutung ein Fokus auf den planaren Mikrowellenschaltungen liegt. Die Vorlesung umfasst die folgenden Kapitel:

- Planare Mikrowellenleiter
- Einführung in die computergestützte Simulation von Mikrowellenschaltungen
- Anpassschaltungen
- Leitungs-Koppler & Hybride
- Leitungs-Filter
- Mischer- und Detektorschaltungen
- Oszillatoren und Verstärker
- Antennen

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erwerben fundierte Kenntnisse über die Eigenschaften von planaren Leitungen und Schaltungen und über die Methoden zu deren Berechnung und Modellierung mit modernen computergestützten Simulationstools wie ADS und CST und sie können die Leitungs- und Schaltungsstrukturen und die Methoden zu deren Berechnung und Modellierung differenziert auswählen und anwenden;
- sind in der Lage, HF-Schaltungen und -Komponenten zu analysieren und deren hochfrequenten Eigenschaften mit Hilfe von Schaltungssimulationsprogrammen zu berechnen und Kriterien aufzustellen um sie zu charakterisieren und zu bewerten;
- sind in der Lage Schaltungen und Schaltungsdesigns zu konzipieren, auszuarbeiten und anzufertigen und ihr Verhalten zu validieren.

**Literatur:**

Pozar, D. M.: Microwave Engineering. 4. Auflage. Wiley, 2011.  
 Bächtold, W.: Mikrowellenelektronik. Vieweg, Braunschweig, 2002.  
 Besser, L., Gilmore, R.: Practical RF Circuit Design for Modern Wireless Systems. Vol. I, Vol. II. Norwood, Artech House, 2003.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Mikrowellenschaltungstechnik (Prüfungsnummer: 62511)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

- Nachfolge und Ersatz für "Mikrowellenschaltungstechnik 1",

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Martin Vossiek

---

---

**Modulbezeichnung: Mobile Communications (MC)** **5 ECTS**  
(Mobile Communications)

Modulverantwortliche/r: Ralf Müller  
Lehrende: Ralf Müller

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Mobile Communications (SS 2020, Vorlesung, 3 SWS, Ralf Müller)  
Tutorial Mobile Communications (SS 2020, Übung, 1 SWS, Ali Bereyhi)

---

**Inhalt:**

History of mobile communications, cellular systems, sectorization, spectral efficiency, co-channel interference, adjacent-channel interference, near-far effect, cellular network architecture, antenna types and parameters, free space propagation, reflection, attenuation, diffraction, scattering, classification of channel models, ground reflection model, Okumura-Hata model, shadowing, narrow-band fading, time-variant channels, scattering function, delay-Doppler spectrum, diversity principles, combining methods, diversity gain, multiplexing, duplexing, digital modulation, Gaussian filtered minimum shift keying, basics of channel coding, interleaving, global system for mobile communications, physical versus logical channels, frame structure, call set-up, synchronization, channel estimation, hand-off

**Lernziele und Kompetenzen:**

The students explain the cellular structure of mobile communication systems. They students explain the physical mechanics of radio wave propagation in the cm-band. The students explain the GSM cellular communications standard. The students discuss the pros and cons of several multiple-access and duplexing methods. The students discuss the pros and cons of several modulation and coding formats. The students decide which antenna type is suitable for a given morphological structure of the environment. The students predict the amplitude and dynamic of the attenuation between a mobile transmitter and a fixed receiver. The students utilize diversity methods to improve the link quality. The students determine the coverage probability of a given cellular communication system. The students collaborate on solving exercise problems. The students discuss which system solutions fit to which environments.

**Literatur:**

Proakis, J.: Digital Communications, McGraw-Hill, 4th ed., 2001.  
Rappaport, T.: Wireless Communications: Principles & Practice, Prentice Hall, 2nd ed., 2001.  
Mouly, M., Paulet, M.: The GSM System for Mobile Communications, Cell & SYS, France, 1992.  
Goldsmith, A.: Wireless Communications, Cambridge Univ. Press, 2005.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Mobile Communications (Prüfungsnummer: 31411)

(englische Bezeichnung: Mobile Communications)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Ralf Müller

---

---

**Modulbezeichnung: Modellbildung in der Regelungstechnik (MRT)** **5 ECTS**  
(Modelling of Dynamics for Control System Design)

Modulverantwortliche/r: Thomas Moor  
Lehrende: Thomas Moor, Alexander Lomakin

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Modellbildung in der Regelungstechnik (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Thomas Moor)  
Übungen zu Modellbildung in der Regelungstechnik (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Alexander Lomakin)

---

**Inhalt:**

- Gewöhnliche Differentialgleichungen als mathematisches Modell technischer Prozesse
- Zustandsraumdarstellung, Linearisierung, Übertragungsfunktionen
- Regelungstechnische Modelle mechanischer Systeme
- Regelungstechnische Modelle chemischer Prozesse
- Numerische Verfahren zur Simulation

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Teilnehmer

- erläutern grundlegende Vorgehensweisen und Techniken der Modellbildung,
- entwickeln umfassende regelungstechnische Modelle für einfache technische Prozesse,
- entwickeln Modelle komplexer mechanischer Systeme,
- erläutern etablierte Modelle ausgewählter chemischer Prozesse,
- diskutieren die vorgestellten Verfahren zur Simulation mit geeigneten Mitteln der Mathematik.

**Literatur:**

Woods, R.L., Lawrence, K.L.: Modeling and Simulation of Dynamic Systems, Prentice Hall, 1997

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung und Übung Modellbildung in der Regelungstechnik\_ (Prüfungsnummer: 22401)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Thomas Moor

---

**Organisatorisches:**

Erlaubte Hilfsmittel bei Prüfungen: eigene handschriftliche Zusammenfassung

---

**Modulbezeichnung:** Modellierung und Simulation von Schaltungen und Systemen (MOSIM) 5 ECTS  
 (Modeling and Simulation of Circuits and Systems)

Modulverantwortliche/r: Klaus Helmreich  
 Lehrende: Klaus Helmreich

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Modellierung und Simulation von Schaltungen und Systemen (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Klaus Helmreich)

Modellierung und Simulation von Schaltungen und Systemen Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Klaus Helmreich et al.)

---

**Inhalt:**

Motivation

Ohne Simulation ist weder der Entwurf (mikro-)elektronischer Bauteile und Schaltungen denkbar, noch der von technischen Systemen, die solche Schaltungen und zusätzlich z.B. mechanische Komponenten enthalten. In Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik werden zu entwerfende Systeme daher auf verschiedenen Abstraktionsebenen simuliert. Dazu müssen sie geeignet modelliert sein, so daß die Simulation mittels numerischer Algorithmen rasch und genau erfolgen kann.

Gliederung

Die Vorlesung umfaßt Modellierungsansätze und Simulationsalgorithmen für elektronische Bauteile, hochfrequenztechnische Anordnungen, analoge elektrische Schaltkreise, digitale und gemischt analog-digitale Schaltungen sowie Systeme gemischter, also nicht rein elektrischer Natur.

In der Übung werden wesentliche Algorithmen mit Matlab implementiert, wobei z.B. ein einfacher Schaltkreissimulator entsteht.

1 Einführung

Begriffe und Definitionen, Modellierungsansätze, Modell- und Theoriebildung in der Naturwissenschaft, naturwissenschaftliche Darstellungen als Modelle der Wirklichkeit, Nutzung physikalischer Prinzipien und Theorien zur Behandlung technischer Fragestellungen durch Modellierung und Simulation, Abstraktionsebenen für Modellierung und Simulation in der Mikroelektronik

2 Beschreibung räumlich verteilter Systeme am Beispiel elektromagnetischer Felder

Begriffe, mathematische Hilfsmittel: Operationen und Rechenregeln, Entstehung feldtheoretischer Begriffe und Darstellungen, Voraussagen der elektromagnetischen Feldtheorie und deren technische Anwendungen, Modellierung der Wechselwirkung elektromagnetischer Felder mit einfacher Materie, Darstellung im Frequenzbereich, Formulierung mathematischer Probleme in elektromagnetischen Größen zur Behandlung technischer Aufgabenstellungen

3 Simulation räumlich verteilter Systeme am Beispiel elektromagnetischer Felder

Diskretisierung, Übersetzung der Operatoren und mathematischen Probleme auf räumliches Gitter, alternative Diskretisierungs- und Darstellungsmethoden, resultierende numerische Aufgabenstellungen, Formulieren von Randbedingungen

4 Simulation elektrischer Schaltkreise aus konzentrierten Bauelementen

Übergang auf Netzwerke aus konzentrierten Bauelementen, Signaldarstellung durch Spannungen und Ströme, Knotenanalyse und modifizierte (erweiterte) Knotenanalyse, Zweigströme und Bauteilgleichungen, Problemformulierung als lineares Gleichungssystem, Einbeziehung nichtlinearer Bauelemente und Reaktanzen, Algorithmen zur numerischen Simulation elektrischer Schaltkreise, Schaltkreis-Simulationsprogramme: Schaltungsdarstellung und Analysearten

5 Simulation wert- und zeitdiskreter Systeme

Übergang auf Signaldarstellung durch diskrete Werte, Abstraktionsebenen: Gatter-, Register-Transfer- und Algorithmenebene, Simulationsprogramme: Kategorien und Anforderungen, Klassifikation von Simulatoren hinsichtlich der Zeitverwaltung, Abstraktionsgrade bei der Modellierung des Zeitverhaltens von Komponenten, prinzipieller Simulationsalgorithmus

## 6 Hardware-Beschreibungssprachen für zeitdiskrete Systeme

Begriff, Notwendigkeit, Entstehungsgeschichte und Anwendungsspektrum, aktuelle Hardware-Beschreibungssprachen, enthaltene Konzepte für Modellierung und Simulation am Beispiel VHDL: Strukturmodellierung, nebenläufige und sequentielle Verhaltensmodellierung, unterstützte Zeitverhaltensmodelle, Beispiele

## 7 Hardware-Beschreibung gemischt analog-digitaler Systeme und verschiedener analoger Naturen

Konzept der Modellierung konservativer und mathematisch ähnlicher Systeme verschiedener analoger Naturen (elektrisch, mechanisch, hydraulisch, ...), Fluß- und Potentialgrößen, Simulationstechnik für gemischt analog-digitale Systeme, Entstehungsgeschichte entsprechender Simulatoren und Hardware-Beschreibungssprachen, unterstützte Abstraktionsebenen und Konzepte am Beispiel VHDL-AMS, Schnittstellenbeschreibung analoger Modelle, konservative und Signalflußmodellierung, Attribute und implizite Größen, Modellbeschreibung durch algebraische bzw. gewöhnlicher DGL, Modellbeispiele: FET, Inverter, A/D-Umsetzer, Gleichstrommotor

### Lernziele und Kompetenzen:

#### *Fachkompetenz*

##### *Wissen*

- physikalische Prinzipien zur Behandlung technischer Fragestellungen durch Modellierung und Simulation nennen
- alternative Diskretisierungs- und Darstellungsmethoden zur simulativen Behandlung feldtheoretischer Probleme darstellen
- Anforderungen an Simulationsprogramme für wert- und zeitdiskrete Systeme angeben

##### *Verstehen*

- Netzlistendarstellung elektrischer Schaltungen kennen und interpretieren, die wesentlichen Algorithmen der elektrischen Schaltkreissimulation verstehen und Analysearten der Schaltkreissimulation erläutern
- wesentliche Konzepte von Hardware-Beschreibungssprachen für zeitdiskrete Systeme erläutern
- Konzept der Modellierung konservativer und mathematisch ähnlicher Systeme verschiedener analoger Naturen verstehen und beschreiben

##### *Anwenden*

- bei raumverteilten Systemen Differentialoperationen in diskretisierte Darstellung übersetzen, Gleichungssystem bzw. Eigenwertproblem formulieren und in Datenstrukturen (Systemmatrix) übertragen
- auf elektrische Schaltkreise bzw. Netzwerke aus konzentrierten Elementen die modifizierte Knotenanalyse anwenden, Gleichungssystem aufstellen sowie in Datenstrukturen (Systemmatrix, Absolutvektor) übertragen

##### *Analysieren*

- die für technische Fragestellungen gebräuchlichen Modellierungsansätze unterscheiden
- die verschiedenen Abstraktionsebenen für Modellierung und Simulation in der Mikroelektronik untereinander abgrenzen hinsichtlich Anwendungsbereich, zugrundeliegender Annahmen, beschriebener Objekte, mathematischer Systembeschreibung und relevanter Darstellungsgrößen
- Simulationsprogramme hinsichtlich der Zeitverwaltung klassifizieren
- Abstraktionsgrade bei der Modellierung des Zeitverhaltens von Komponenten zeitdiskreter Systeme unterscheiden
- bei Hardware-Beschreibungssprachen zwischen Strukturmodellierung, nebenläufiger und sequentieller Verhaltensmodellierung unterscheiden

##### *Evaluiere (Beurteilen)*

- elektrotechnische Fragestellungen in Bezug auf Modellierung und Simulation hinsichtlich der Abstraktionsebene einstufen
- Simulationswerkzeuge hinsichtlich der Eignung für eine gegebene Aufgabenstellung bewerten
- für eine gegebene Aufgabenstellung die geeignete Modellierung und Simulationsunterstützung wählen

##### *Erschaffen*

- einfaches Simulationsprogramm für potentialtheoretische Probleme erstellen
- elementaren Schaltkreissimulator entwickeln

#### *Lern- bzw. Methodenkompetenz*

Lernziele hinsichtlich Lern- und Arbeitsmethoden:

- Programmiersprache, Datenstrukturkonzepte und wesentliche Operationen des Numerik-Werkzeugs Matlab exemplarisch für ähnliche Produkte erlernen
- in der Lage sein, sich das Arbeiten mit ähnlichen Werkzeugen und Programmiersprachen selbstständig zu erschließen
- numerische Simulationsalgorithmen mit speziell dafür geeigneten Werkzeugen wie Matlab, Scilab oder Octave umsetzen
- Simulationswerkzeuge in der Ingenieurtätigkeit souverän und mit Überlegung einsetzen

#### *Selbstkompetenz*

Lernziele hinsichtlich persönlicher Weiterentwicklung:

- naturwissenschaftliche Aussagen und Beziehungen als Modelle verstehen
- Möglichkeiten und Grenzen kommerzieller Simulationswerkzeuge auf verschiedenen Abstraktionsebenen beurteilen und sich deren effiziente Nutzung selbst aneignen
- Modelle hinsichtlich Plausibilität, Falsifizierbarkeit und Gültigkeitsgrenzen hinterfragen sowie auf Simulationsergebnissen beruhenden Aussagen kritisch begegnen

#### *Sozialkompetenz*

Lernziele hinsichtlich des Umgangs mit Menschen:

- Programme gemeinsam in Kleingruppen entwickeln
- dabei auf Vorkenntnisse anderer zugreifen und aufbauen

---

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Modellierung und Simulation von Schaltungen und Systemen\_ (Prüfungsnummer: 39111)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Klaus Helmreich

---

---

**Modulbezeichnung:** Music Processing Analysis (MPA) 2.5 ECTS  
 (Music Processing Analysis)

Modulverantwortliche/r: Meinard Müller  
 Lehrende: Meinard Müller

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Music Processing Analysis (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Meinard Müller)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

In this course, we discuss a number of current research problems in music processing or music information retrieval (MIR) covering aspects from information science and digital signal processing. We provide the necessary background information and give numerous motivating examples so that no specialized knowledge is required. However, the students should have a solid mathematical background. The lecture is accompanied by readings from textbooks or the research literature. Furthermore, the students are required to experiment with the presented algorithms using Python.

---

**Inhalt:**

Music signals possess specific acoustic and structural characteristics that are not shared by spoken language or audio signals from other domains. In fact, many music analysis tasks only become feasible by exploiting suitable music-specific assumptions. In this course, we study feature design principles that have been applied to music signals to account for the music-specific aspects. In particular, we discuss various musically expressive feature representations that refer to musical dimensions such as harmony, rhythm, timbre, or melody. Furthermore, we highlight the practical and musical relevance of these feature representations in the context of current music analysis and retrieval tasks. Here, our general goal is to show how the development of music-specific signal processing techniques is of fundamental importance for tackling otherwise infeasible music analysis problems.

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Verstehen*

- Die Studierenden stellen zentrale Aufgabenstellungen der Musikverarbeitung in eigenen Worten dar und skizzieren Lösungsansätze.
- Die Studierenden verstehen die Eigenschaften von unterschiedlichen Darstellungsformen von Musik.

*Anwenden*

- Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen zur Analyse und zum Vergleich von Musiksignalen an.
- Die Studierenden können voraussagen, wie sich unterschiedliche musikalische Eigenschaften bei der Signalanalyse auswirken.

*Analysieren*

- Die Studierenden beobachten und diskutieren die Bedeutung und Auswirkung von Parametern bei der Musikanalyse.
- Die Studierenden stellen unterschiedliche Verfahren bei der Analyse von Periodizitäten gegenüber.

*Evaluiere (Beurteilen)*

- Die Studierenden hinterfragen Annahmen, die implizit bei der Verwendung von Analysemethoden gemacht werden.
- Die Studierenden schätzen ein, wann Methoden bei der Analyse von gewissen Musiksignalen funktionieren könnten und wann sie typischerweise versagen.

*Lern- bzw. Methodenkompetenz*

- Die Studierenden bereiten sich auf die Vorlesung anhand ausgewählter Literatur vor.

- Die Studierenden hinterfragen bestehende Ansätze hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Praxis.
- Die Studierenden beachten Fragen der Effizienz bei den diskutierten Algorithmen.

#### *Selbstkompetenz*

- Die Studierenden hinterfragen ihr Verständnis von dem Gelernten anhand von Übungsaufgaben.
- Die Studierenden formulieren Fragen und stellen diese in der Vorlesung an den Dozenten und die Zuhörerschaft.

#### *Sozialkompetenz*

- Die Studierenden organisieren selbständig Lerngruppen, in denen der Stoff diskutiert und vertieft wird.
- Die Studierenden simulieren mit ihren Kommilitonen mündliche Prüfungen.

---

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Music Processing - Analysis (Prüfungsnummer: 68901)

(englische Bezeichnung: Music Processing - Analysis)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Meinard Müller

---

---

**Modulbezeichnung:** Musiksignalverarbeitung - Synthese (MPS) 2.5 ECTS  
(Music Processing - Synthesis)

Modulverantwortliche/r: Maximilian Schäfer  
Lehrende: Maximilian Schäfer

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Music Processing - Synthesis (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Maximilian Schäfer)

---

**Inhalt:**

- Verarbeitung von Audiosignalen durch parametrische Filter und Effekte
- Erzeugung von künstlichen Klängen mit Mitteln der digitalen Klangsynthese
- Klangwiedergabe in echten und virtuellen Räumen
- Klangbeispiele und Demonstrationen
- Programmiersprachen für Audio-Echtzeit-Verarbeitung

CONTENT:

- a short history of electrical and electronic music
- processing of audio signals by parametric filters and effects
- digital sound synthesis
- sound reproduction in real and in virtual environments
- sound examples and demonstrations
- programming languages for audio real-time processing

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- beschreiben die speziellen Anforderungen für Audio-Echtzeit-Verarbeitung,
- wenden ihre theoretischen Kenntnisse zeitdiskreter Signale und Systeme für die Verarbeitung und Erzeugung musikalischer Klänge an,
- gestalten eigene Software-Realisierungen zur Klangsynthese,
- entwerfen technische Systeme für musikalisch motivierte Aufgabenstellungen.

THE STUDENTS

- specify the special requirements for audio realtime processing,
  - apply their theoretical knowledge about discrete-time signals and systems to processing and synthesis of musical sounds,
  - design their own software realizations for sound synthesis
  - implement technical systems for digital music
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Music Processing - Synthesis (Prüfungsnummer: 68951)  
Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30  
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020  
1. Prüfer: Maximilian Schäfer

---

**Organisatorisches:**

Voraussetzung ist der Besuch der Vorlesungen Digitale Signalverarbeitung ,  
Kenntnisse aus der Vorlesung Mensch-Maschine-Schnittstelle sind hilfreich, aber nicht notwendig.  
Conditions:

- lecture Digital Signal Processing

---

**Modulbezeichnung:** Nanoelektronik (Nano) 2.5 ECTS  
 (Nanoelectronics)

Modulverantwortliche/r: Michael Jank  
 Lehrende: Michael Jank

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**  
 Nanoelektronik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Michael Jank)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Kenntnisse aus den Vorlesungen Halbleiterbauelemente bzw. Nano IV und Prozessintegration und Bauelementearchitektur wünschenswert

---

**Inhalt:**

1. Skalierung von MOS Transistoren:  
 Einsatzspannungs-Absenkung, „Subthreshold Slope“ Band-Band Tunneln, „Drain Induced Barrier Lowering“, Beweglichkeitsdegradation, Tunnelströme, Gateverarmung, Dotierstofffluktuationen, Zuverlässigkeit
2. Neue Architekturen und Materialien für Nano-MOS-Bauelemente:  
 Hoch epsilon Dielektrika, „Metal Gate“ Elektroden, „Strained Silicon“, SiGe, GeOI, FinFET, TriGate Transistoren, Nanowire Strukturen (Si-Nanotubes, Carbon Nanotubes), Vertikale MOS Strukturen, Schottky MOS
3. Erzeugung kleinster Strukturen:  
 Optische Lithographie für sub-50 nm, EUV Lithographie, Elektronenstrahl- und Ionenstrahlolithographie, Druck und Prägetechniken, Selbstorganisation
4. Bauelemente der nichtflüchtigen Datenspeicherung:  
 Ladungsspeicherung in Dielektrika und Nanokristallen (Flash EPROM), Multibit Zellen, Ferroelektrische Speicherzellen, Widerstandsprogrammierbare Zellen (MRAM, PCM, spannungs-programmierbare Zellen)
5. Bauelemente mit einzelnen Elektronen:  
 Single Electron Device, Resonantes Tunneln, Schaltbare Moleküle
6. Prinzipielle Grenzen:  
 Quantenmechanische Grenze, Thermische Grenze, Statistische Grenze

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

*Fachkompetenz*

*Anwenden*

- erklären den Aufbau und die Funktionsweise nanoelektronischer Bauelemente
- beschreiben die Herstellungsmethoden für nanoelektronische Bauelemente

*Analysieren*

- analysieren die prinzipiellen Probleme, die sich für Bauelemente im Nanometerbereich ergeben
- diskutieren unterschiedliche Lösungsansätze für zukünftige Bauelemente

*Evaluiieren (Beurteilen)*

- bewerten Vor- und Nachteile sowie Grenzen aktueller Trends und Entwicklungen auf dem Gebiet nanoelektronischer Bauelemente

**Literatur:**

- S. Wolf: Silicon Processing for the VLSI Era: Volume 3 - The Submicron MOSFET, Lattice Press, 1995
- S. Wolf: Silicon Processing for the VLSI Era: Volume 4 - Deep-Submicron Process Technology, Lattice Press, 2002
- C. Y. Chang, S. M. Sze: ULSI - Technology, MacGraw-Hill, 1996
- K. Gosser, P. Glösekötter, J. Dienstuhl: Nanoelectronics and Nanosystems, Springer-Verlag, 2004

- H. Xiao, Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, Prentice Hall, 2001
- R. Waser (ed.): Nanoelectronics and Information Technology: Materials, Processes, Devices, 2. Auflage, Wiley-VCH, 2005

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Nanoelektronik (Prüfungsnummer: 67801)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Michael Jank

---

---

**Modulbezeichnung:** Numerische Feldberechnung (NumFber) 5 ECTS  
 (Numerical Field Calculation)

Modulverantwortliche/r: Hans Roßmanith  
 Lehrende: Hans Roßmanith

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Numerische Feldberechnung (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Hans Roßmanith)  
 Übungen zu Numerische Feldberechnung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Hans Roßmanith)

---

**Inhalt:**

Numerische Feldberechnung

In dieser Vorlesung sollen die Grundlagen für die Berechnung elektromagnetischer Felder am Computer gelegt werden.

Auf der Grundlage der Maxwellschen Theorie werden die zugrundeliegenden Differentialgleichungen und die möglichen Randbedingungen behandelt, die das gestellte Problem eindeutig charakterisieren.

Die einzelnen Module eines Programmpakets werden in gesonderten Lehreinheiten behandelt:

- Präprozessor: Modellbildung, Geometrievereinfachung, Ausnutzen von Symmetrien
- Diskretisierung: Von den diversen Verfahren werden lediglich das Verfahren der Finiten Elemente (als Grundlage von COMSOL Multiphysics) und die PEEC-Methode (die ein Feldproblem auf ein elektrisches Netzwerkproblem zurückführt) näher erläutert.
- Solver: Auswahl des geeigneten Algorithmus; direkte und indirekte Solver
- Postprozessor: Kraft-, Induktivitäts-, Kapazitätsberechnung; Feldlinien

Am Beispiel von COMSOL Multiphysics werden auch weitergehende Themen behandelt:

Kopplung elektrisch-thermisch-mechanisch; eigene Routinen mit Hilfe von MATLAB; Nebenbedingungen.

In einer abschließenden Lehreinheit werden die Anwendung und die Besonderheiten des weit verbreiteten Programmpakets „CST Microwave Studio“ erläutert.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- die verschiedenen numerischen Berechnungsverfahren zu verstehen und ihre Unterschiede sowie Anwendungsgebiete herausstellen
- die Benutzeroberfläche von COMSOL Multiphysics zu bedienen und typische elektromagnetische Feldprobleme zu lösen
- vorgegebene Feldprobleme in eine zur Berechnung geeignete Form zu überführen sowie Randbedingungen für eine eindeutige Lösung auszuwählen
- einzuschätzen, wie weit der numerischen Lösung eines Feldproblems vertraut werden kann
- Lösungen für neue Problemstellungen zu entwickeln

**Literatur:**

- Präsentationsfolien
  - Skript zur Vorlesung
  - Übungsaufgaben mit Lösungen
  - Hilfesystem von COMSOL Multiphysics
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Numerische Feldberechnung\_ (Prüfungsnummer: 63301)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Hans Roßmanith

---

**Organisatorisches:**

Übungen werden überwiegend am Rechner anhand typischer Problemstellungen durchgeführt.

---

**Modulbezeichnung:** Numerische Simulation Elektromechanischer Wandler (NumSiEIWa) 5 ECTS  
 (Numerical Simulation of Electromechanical Transducers)

Modulverantwortliche/r: Stefan J. Rupitsch  
 Lehrende: Michael Nierla, Daniel Kiefer

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Numerische Simulation Elektromechanischer Wandler (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Michael Nierla)  
 Übungen zu Numerische Simulation Elektromechanischer Wandler (SS 2020, Übung, 2 SWS, Daniel Kiefer)

---

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

CAE von Sensoren und Aktoren

---

**Inhalt:**

Es wird der aktuelle Wissensstand auf dem Gebiet der numerischen Simulation gekoppelter Feldprobleme, wie sie typischerweise bei der Analyse und Optimierung von modernen Sensoren und Aktoren auftreten, vermittelt. Schwerpunkte sind dabei die effiziente numerische Behandlung der auftretenden gekoppelten Feldprobleme mit allen ihren Nichtlinearitäten. Als Leitfaden durch die Vorlesung dienen drei praktische Problemstellungen - numerische Simulation eines elektromagnetischen Ventils (Automobiltechnik), eines piezoelektrischen Stapelaktors (Einspritztechnik) und einer mikromechanischen elektrostatischen Ultraschallarrayantenne (medizinische Bildgebung). Die numerische Behandlung der in den einzelnen Teilfeldern - magnetisches, mechanisches, akustisches Feld - auftretenden Nichtlinearitäten sowie die Algorithmen zur Beschreibung der gekoppelten Feldprobleme werden eingehend besprochen. Als numerisches Diskretisierungsverfahren wird die Finite-Elemente-Methode (FEM) verwendet.

The current state of the art concerning numerical simulations of coupled field problems is taught. Those coupled field problems are mandatory for the analysis and optimization of modern sensors and actuators. This course puts thereby the focus on the efficient numerical treatment of the arising coupled field problems including all non-linearities. Three problems from practice serve as guideline through the lecture - an electromagnetic injection valve (automotive engineering), a piezoelectric stack actuator (fuel injection) and a micromechanical electrostatic ultrasound array antenna (medical imaging). The numerical treatment of the occurring non-linearities (magnetics, mechanics) as well as the coupling-algorithms are discussed in detail. To solve the presented physical problems, the Finite Element Method is applied.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Mit den in dieser Lehrveranstaltung vermittelten Kenntnissen wird der Studierende in der Lage sein, Finite-Elemente-Simulationen für den Designprozess von modernen Sensoren und Aktoren durchzuführen und dabei den Einfluss mehrerer physikalischer Felder und deren Nichtlinearitäten zu berücksichtigen (Ultraschall-Reinigungsbecken, piezoelektrische Energy Harvester, kapazitive mikromechanische Ultraschallwandler (CMUT) usw.).

Die Studierenden

- übertragen die Grundlagen der Finiten-Elemente-Methode auf komplexe, gekoppelte Feldprobleme
- kennen und verwenden die direkte und die iterative Kopplung von Feldern (z.B. direkte mechanisch-akustische Kopplung und iterative mechanisch-elektromagnetische Kopplung)
- geben Methoden zum Lösen von nichtlinearen Problemen wieder (Newtonverfahren, Fixpunktiteration) und vergleichen diese
- verwenden kommerzielle Simulationsprogramme (Comsol, Matlab) zur Lösung von komplexen, gekoppelten Problemstellungen aus den besprochenen Feldproblemen
- wählen zur Lösung der gestellten Aufgaben geeignete Analyseverfahren (statische, transiente, harmonische sowie Eigenfrequenz-Analyse)

- überprüfen ihre Ergebnisse mit Hilfe von analytischen Formeln und geeigneten Visualisierungen (Graphen, Konturverläufe, Potentiallinien)
- organisieren selbständig die Bearbeitung der Übungsaufgaben
- formulieren und präsentieren ihre Ergebnisse

After this course, the students are able to apply Finite Element Simulations to the design process of modern sensors and actuators. Thereby, they are able to consider the influence of multiple physical fields and their non-linearities (ultrasound cleaning devices, piezoelectric energy harvester, capacitive micromachined ultrasoundtransducer (CMUT) etc.).

The students

- transfer the basics of the Finite Element Methods to complex, coupled field problems
- know and apply direct and iterative coupling schemes (e.g., direct mechanical-acoustic coupling and iterative mechanical-electromagnetic coupling)
- repeat solution strategies for non-linear problems (Newton's method, fix-point-iteration) and compare them
- use commercial simulation tools (Comsol, Matlab) to solve complex coupled problems, which deals with the discussed physical fields
- select appropriate analysis techniques to solve the given problems (static, transient, harmonic, eigenfrequency analysis)
- verify the calculated results by means of analytic formulas and suitable visualizations (graphs, contour plots, potential curves)
- organize their work on the exercise task self-dependently
- formulate and present their results

#### Literatur:

Kaltenbacher, M.: Numerical Simulation of Mechatronic Sensors and Actuators, 2nd edition, Springer 2007

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Numerische Simulation Elektromechanischer Wandler (Prüfungsnummer: 63401)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

100 % Klausur

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Stefan J. Rupitsch

---

#### Organisatorisches:

Empfohlen werden Vorlesung und Übung "CAE von Sensoren und Aktoren"

---

**Modulbezeichnung:** Optische Kommunikationsnetze (OptK) 2.5 ECTS  
 (Optical Communication Networks)

Modulverantwortliche/r: Herbert Haunstein  
 Lehrende: Herbert Haunstein

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Optische Kommunikationsnetze (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Herbert Haunstein)

---

**Inhalt:**

Global communication between billions of subscribers utilizing a multitude of devices is accomplished over a trans-continental fiber-optic transport network. End users worldwide access this network over copper cable (xDSL, HFC), by wireless technologies like WLAN, GSM, UMTS, LTE and also via GPON, EPON and WDM-PON (PON: Passive Optical Network). After a short distance ("the last mile") data streams from many users are aggregated (e.g. by IP routers) into higher data rate transport streams, which are then carried over cost-efficient and highly reliable optical connections. Rapid increase of data traffic has quickly evolved from Gigabit Ethernet (1GbE) to 10GbE and 100GbE data rates. To operate optical networks on a global scale, standards like OTN (Optical Transport Network) have been developed to provide high capacity links by use of many wavelengths together with operations and maintenance (OAM) functions. Automated protection and restoration schemes provide a high level of availability and can guarantee carrier-grade Quality of Service (QoS). Future data rate increase will be driven by video streaming as well as the introduction of 5G wireless technology and the Internet of Things (IoT).

The course shall provide a fundamental understanding of modern fiber optic networks from fixed and mobile access through metropolitan area to core networks.

- 1) Introduction & Evolution of optical networks
- 2) Network layers - Internet Protocol & TCP/IP
- 3) Label switching & MPLS & MPLS-TP
- 4) Quality of Service - traffic classification & resource allocation
- 5) Ethernet - switching and physical transport
- 6) Optical Transport Network - OTN
- 7) Optical fiber properties & optical amplification
- 8) Optical transmitter & laser & modulator
- 9) Optical receiver & photo detection & Clock&Data recovery & Bit Error Ratio calculation
- 10) Modulation formats & transmission - margin allocation
- 11) Coherent detection & optical signal processing
- 12) Optical networks & optical switching
- 13) Optical Access Networks: Passive Optical Networks (PON) - GPON, EPON, NGPON &
- 14) Control plane / GMPLS - Software defined networking (SDN) - Network automation

**Lernziele und Kompetenzen:**

Students ...

- explain the functional building blocks of optical networks
- can elaborate on the different tasks provided by the logical/control plane (routing), the physical layer and transmission/data plane of optical networks
- refer which standardisation organisation contributes to the different function of optical networks
- explain the purpose of different protocols that interact along an end-to-end communication channel
- describe technologies for E/o and O/E conversion and optical switches
- express the design challenges of future optical systems for fixed and mobile access, data center interconnects, metro-regional, core, ultra-long-haul and submarine networks

**Literatur:**

- [1] R. Ramaswami and K.N. Sivarajan: *Optical Networks*, Morgan Kaufman Publishers, 1998
- [2] U. Black: *Optical Networks - Third generation transport systems*, Prentice Hall, 2002
- [3] P. Tomsu and Chr. Schmutzer: *Next generation optical networks*, Prentice Hall, 2002
- [4] M. Bossert, M. Breitbach: *Digitale Netze*, Teubner Verlag, 1997
- [5] I. Kaminow and T. Li (eds.): *Optical fiber telecommunications IVA+B*, Academic Press, 2002
- [6] D.E. Comer, *Computernetworks and Internets*, Pearson, 2009
- [7] G.P. Agrawal, *Fiber optic communication systems*, Wiley, 1992, (new 1997)
- [8] G.P. Agrawal, *Nonlinear fiber optics*, Academic Press, 1995
- [9] K. Petermann: *Laser Diode Modulation and Noise*, Kluver, 1991
- [10] L. Kazovsky et al., *Optical Fiber Communication Systems*, Artech House, 1996
- [11] K.-P. Ho, *Phase-Modulated Optical Communication Systems*, Springer 2005
- [12] H. Haunstein, Presentation material (slides) of the lectures (in English)

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Optische Kommunikationsnetze (Prüfungsnummer: 30001)

(englische Bezeichnung: Optical Communication Networks)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Herbert Haunstein

---

**Modulbezeichnung:** Optische Übertragungstechnik (OPÜT) 5 ECTS  
 (Optical Communication Systems)

Modulverantwortliche/r: Bernhard Schmauß  
 Lehrende: Bernhard Schmauß

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Optische Übertragungstechnik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Bernhard Schmauß)  
 Optische Übertragungstechnik Übung (SS 2020, Übung, 2 SWS, Benedikt Beck et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Komponenten optischer Kommunikationssysteme hilfreich aber nicht obligatorisch

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Komponenten optischer Kommunikationssysteme

---

**Inhalt:**

Kommerzielle Optische Kommunikationssysteme erreichen pro Faser Übertragungskapazitäten von mehreren Tbit/s. Im Labor wurden mehr als 100Tbit/s nachgewiesen. Die Realisierung derartiger Systeme setzt die Beherrschung verschiedenster Techniken der optischen Übertragungstechnik voraus. In der Vorlesung werden Techniken des Zeitbereichs - (TDM) und Wellenlängenmultiplex (WDM), aber besonders auch der Auslegung der Übertragungsstrecke (Link Design) auf der Basis entsprechender physikalischer und signaltheoretischer Grundlagen behandelt und vertieft. Dabei werden Verfahren besprochen, die sicherstellen, dass sowohl die Signalverzerrungen durch lineare und nichtlineare Fasereffekte als auch die Akkumulation des Verstärkerrauschens begrenzt bleiben. Es wird ausführlich die Systemoptimierung hinsichtlich des optischen Signal-Rausch-Verhältnisses (OSNR) diskutiert sowie auf Techniken des Dispersions- und Nichtlinearitätsmanagements (z.B. Solitonenübertragung) eingegangen. Hierbei wird dem Themenkomplex einer optimalen Streckenauslegung besonders eingehend behandelt. In der Folge werden verschiedene, gebräuchliche Modulationsverfahren einschließlich kohärenter Übertragungsverfahren behandelt, die in neueren Systemen eingesetzt und in experimentellen Systemen getestet werden. Eine Besprechung optischer Verfahren zur Signalregeneration bildet die Brücke zu aktuellen eigenen Forschungsarbeiten.

Die vermittelten Grundlagen werden in der Übung zur Vorlesung durch praxisnahe und anschauliche Simulationsbeispiele vertieft.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- besitzen spezialisiertes und vertieftes Wissen über die Konzeption und Struktur verschiedener optischer Übertragungssysteme.
- können die Qualität optischer Datensignale im Kontext verschiedener Systemkonzepte vergleichen und bewerten
- sind in der Lage Streckenauslegungen zu entwickeln und zu optimieren.
- besitzen methodische Kenntnis zur Bestimmung und Verbesserung der Leistungsfähigkeit optischer Übertragungsstrecken unter Einbeziehung aktueller wissenschaftlicher Ergebnisse.

**Literatur:**

Agrawal, G.P.: Fiber-Optic Communication Systems, John Wiley & Sons, 1997  
 Agrawal, G.P.: Nonlinear Fiber Optics, John Wiley & Sons, 3. Auflage, 2001  
 Kaminow, I, Koch, T.: Optical Fiber Telecommunications IVA, Academic Press, 2002  
 Skriptum zur Vorlesung Kaminow, I, Li, T., Willner, A.: Optical Fiber Telecommunications VA, Academic Press, 2008

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

## [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Optische Übertragungstechnik (Prüfungsnummer: 24001)

(englische Bezeichnung: Optical Communication Systems)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Bernhard Schmauß

---

### Organisatorisches:

Siehe UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!

---

**Modulbezeichnung: Photonik 1 (Pho1)** **5 ECTS**  
 (Photonics 1)

Modulverantwortliche/r: Bernhard Schmauß  
 Lehrende: Bernhard Schmauß

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Photonik 1 (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Bernhard Schmauß)  
 Photonik 1 Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Max Köppel)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Empfohlen werden Kenntnisse im Bereich:

- Experimentalphysik, Optik
- Elektromagnetische Felder
- Grundlagen der Elektrotechnik

---

**Inhalt:**

Die Vorlesung behandelt umfassend die technischen und physikalischen Grundlagen des Lasers. Der Laser als optische Strahlquelle stellt eines der wichtigsten Systeme im Bereich der optischen Technologien dar. Ausgehend vom Helium-Neon-Laser als Beispielsystem werden die einzelnen Elemente wie aktives Medium und Resonatoren eines Lasers sowie die ablaufenden physikalischen Vorgänge eingehend behandelt. Es folgt die Beschreibung von Laserstrahlen und ihrer Ausbreitung als Gauß-Strahlen sowie Methoden zur Beurteilung der Strahlqualität. Eine Übersicht über verschiedene Lasertypen wie Gaslaser, Festkörperlaser und Halbleiterlaser bietet einen Einblick in deren charakteristische Eigenschaften und Anwendungen. Vervollständigt wird die Vorlesung durch die grundlegende Beschreibung von Lichtwellenleitern, Faserverstärkern und halbleiterbasierten optoelektronischen Bauelementen wie Leuchtdioden und Photodioden.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- können Grundlagen der Physik des Lasers darlegen.
- verstehen Eigenschaften und Beschreibungsmethoden von laseraktiven Medien, der stimulierte Strahlungsübergänge, der Rategleichungen, von optischen Resonatoren und von Gauß-Strahlen.
- können verschiedene Lasertypen aus dem Bereichen Gaslaser, Festkörperlaser und Halbleiterlaser erklären und vergleichen.
- können grundlegende Eigenschaften von Lichtwellenleiter und Lichtwellenleiterbauelementen erklären und skizzieren.
- verstehen Aufbau und Funktionsweise ausgewählter optoelektronischer Bauelemente.
- können grundlegende Fragestellung der Lasertechnik eigenständig bearbeiten, um Laserstrahlquellen weiterzuentwickeln und Lasertechnik und Photonik in einer Vielzahl von Anwendungen in Bereichen wie Medizintechnik, Messtechnik, Übertragungstechnik, Materialbearbeitung oder Umwelttechnik einzusetzen.

**Literatur:**

Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2010.  
 Reider, G.A.: Photonik. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.  
 Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 2004.  
 Saleh, B., Teich, M.C.: Grundlagen der Photonik. 2. Auflage, Wiley-VCH 2008.  
 Träger, F. (Editor): Springer Handbook of Lasers and Optics, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Photonik 1 (Prüfungsnummer: 23901)

(englische Bezeichnung: Photonics 1)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Bernhard Schmauß

---

---

**Modulbezeichnung: Photonik 2 (Pho2)** **5 ECTS**  
(Photonics 2)

Modulverantwortliche/r: Bernhard Schmauß  
Lehrende: Bernhard Schmauß

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Photonik 2 (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Bernhard Schmauß)  
Photonik 2 Übung (SS 2020, Übung, 2 SWS, Max Köppel)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Photonik 1 oder vergleichbare Grundlagen der Photonik und Lasertechnik.

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Photonik 1

---

**Inhalt:**

Aufbauend auf der Vorlesung Photonik 1 werden fortgeschrittene Verfahren der Laser-Messtechnik, komplexe Laser-Systeme sowie deren technische Anwendungen besprochen.

In einem ersten Themenkomplex werden Messverfahren für praktisch wichtige Laserkenngrößen wie z.B. Laserstrahlleistung, Polarisationszustand und Spektrum der Lichtwelle behandelt. Anschließend wird die räumliche und zeitliche Kohärenz eines Laserstrahls diskutiert. Dies ist die Grundlage für interferometrische Messverfahren zur Bestimmung von Lichtwellenlängen und hochaufgelösten optischen Spektren oder auch für mechanische Größen wie Weg und Winkelbeschleunigung. Rauschquellen in photonischen Systemen werden beschrieben und diskutiert. Wichtige Maßnahmen zur Reduktion von Rauschen in optischen Aufbauten werden vorgestellt. Optische Verstärker auf Glasfaserbasis, sog. Faserverstärker und darauf aufbauende Faserlaser werden in einem eigenen Kapitel vorgestellt. Faser-Bragg-Gitter als wichtige Bestandteile eines Faserlasers werden in Herstellung und Anwendung. U.a. in der Messtechnik diskutiert. Zeitlich dynamische Vorgänge im Laser, beschrieben durch die so genannten Ratengleichungen und deren Lösung, werden ausführlich behandelt. Begriffe wie Spiking oder Relaxationsschwingungen und Verfahren wie Mode-Locking oder Q-Switching werden besprochen. Daraus wird die Funktion und die technische Anwendung von Lasern zur Erzeugung von energiereichen Lichtimpulsen bis hin zu sogenannten Femtosekundenlasern abgeleitet. Das Themengebiet der optischen Frequenzumsetzung wird mit einem Kapitel zur linearen und nichtlinearen Optik eingeleitet. Technische Anwendungen wie optische Frequenzverdoppelung, Erzeugung von UV-Licht durch Frequenzvervielfachung werden darauf aufbauend besprochen. Ein Kapitel zum Raman-Effekt und zur stimulierten Brillouin-Streuung sowie deren Anwendung schließt den Inhalt der Vorlesung ab.

Methoden und Systeme der Vorlesung Photonik 2 werden eingesetzt z.B. für die Präzisionsmesstechnik, in der industriellen Materialbearbeitung, in der Bioanalytik, für die Medizintechnik, in Geräten der Unterhaltungselektronik oder in der optischen Nachrichtentechnik.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- besitzen spezialisiertes und vertieftes Wissen über Laser und den in den Inhalten beschriebenen photonischen Systemen und Methoden.
- können die im Inhalt beschriebenen fortgeschrittenen Methoden der Photonik erklären und anwenden.
- können technische und wissenschaftliche Anwendungen dieser photonischen Systeme diskutieren, beurteilen und vergleichen.
- sind in der Lage, derartige photonische Systeme zu konzipieren und zu entwickeln.
- können eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher und beruflicher Probleme der Photonik entwickeln.

**Literatur:**

Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. Springer Verlag, Berlin 2006.

Reider, G.A.: Photonik. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2005.

Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 1993.

Demtröder, W: Laserspektroskopie. Springer Verlag, Berlin 2000.

---

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Photonik 2\_ (Prüfungsnummer: 63501)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Bernhard Schmauß

---

### **Organisatorisches:**

Siehe UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!

**Modulbezeichnung:** Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (PEEV) 5 ECTS  
(Planing of Electrical Power Systems)

Modulverantwortliche/r: Johann Jäger  
Lehrende: Johann Jäger

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Johann Jäger)  
Übungen zu Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Jakob Schindler)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Grundlagen der elektrischen Energieversorgung

**Inhalt:**

Diese Vorlesung behandelt unterschiedliche Aufgabengebiete der Planung elektrischer Netze zur Energieübertragung und -verteilung. Es werden sowohl öffentliche Netze der Energieversorgungsunternehmen als auch Industrienetze betrachtet.

Zu den Aufgaben gehört unter anderem die Erstellung von möglichst genauen Lastprognosen, die Auswahl geeigneter Netzstrukturen, Sternpunktbehandlung und die Koordination des Netzschutzes. Dazu werden sowohl die physikalischen als auch die technischen Kriterien so wie die entsprechenden Kenngrößen und Berechnungsverfahren besprochen.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studenten

- kennen die unterschiedlichen Aufgabengebiete der Planung elektrischer Netze,
- verstehen die Unterschiede zwischen öffentlichen Energieversorgungsnetzen und Industrienetzen,
- analysieren die grundlegenden Strukturen von Netzen,
- verstehen die Methoden der Sternpunktbehandlung,
- verstehen die Koordination des Netzschutzes,
- analysieren detaillierte Lastprognosen und erstellen dafür einen Einsatzplan von Erzeugungseinheiten und
- wenden Berechnungsverfahren im Hinblick auf die Planung von elektrischen Netzen an.

**Literatur:**

Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Planung elektrischer Energieversorgungsnetze\_ (Prüfungsnummer: 63601)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Johann Jäger



---

**Modulbezeichnung:** **Prozessintegration und Bauelementarchitekturen (PiBa)** **5 ECTS**  
(Process Integration and Device Architecture)

Modulverantwortliche/r: Tobias Erlbacher

Lehrende: Tobias Erlbacher, Michael Niebauer

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Prozessintegration und Bauelementarchitekturen (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Tobias Erlbacher)

Übungen zu Prozessintegration und Bauelementarchitekturen (SS 2020, Übung, 2 SWS, Michael Niebauer)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Kenntnisse aus den Vorlesungen Halbleiterbauelemente und Technologie Integrierter Schaltungen von Vorteil

---

**Inhalt:**

In dieser Vorlesung werden die physikalischen Anforderungen an integrierte Bauelemente und deren Umgebung definiert und Lösungsansätze anhand von Prozess-Sequenzen vorgestellt. Insbesondere soll dabei dargelegt werden, wie durch die stetige Verkleinerung der Strukturen neue prozesstechnische Verfahren zur Einhaltung der an die Technologie gestellten Forderungen notwendig werden.

Zu Beginn werden kurz die Methoden der Herstellung vorgestellt. Die für Mikroprozessoren und Logikschaltungen notwendigen CMOS-Bauelemente werden im Anschluss behandelt. Danach wird die zugehörige CMOS-Technik betrachtet. Der nächste Vorlesungsabschnitt widmet sich den statischen und dynamischen Speichern, hier werden sowohl die wichtigsten Speicherarten (DRAM, SRAM, EPROM, Flash) vorgestellt, als auch die notwendigen Technologieschritte. Es folgt die Bipolartechnik und die BiCMOS-Technik, bei der sowohl CMOS, als auch Bipolarschaltungen auf einem Chip integriert werden. Ein kurzes Kapitel befasst sich mit dem Aufbau von Leistungsbaulementen. Die Problematik der Metallisierung sowie die Aufbau- und Verbindungstechnik, die für alle Bauelemente ähnlich ist, wird im Anschluss behandelt. Das letzte Kapitel beinhaltet Aspekte zur Ausbeute und Zuverlässigkeit von Bauelementen.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

*Fachkompetenz*

*Anwenden*

beschreiben den Aufbau von Halbleiterbauelementen

erklären die grundlegende Funktionsweise von Bauelementen und Grundbausteinen integrierter Schaltungen

beschreiben die stetige technologische Weiterentwicklung der Bauelemente

*Analysieren*

analysieren den Einfluss von Prozesssequenzen auf die Eigenschaften der Halbleiterbauelemente

*Evaluiieren (Beurteilen)*

beurteilen die Vorteile und Grenzen von Prozesssequenzen für moderne Bauelemente

**Literatur:**

- D. Widmann, M. Mader: H. Friedrich, Technologie hochintegrierter Schaltungen, 2. Aufl., Springer Verlag, 1996
  - G.S. May, S.M. Sze: Fundamentals of Semiconductor Fabrication, Wiley & Sons, 2003
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Prozessintegration und Bauelementarchitekturen\_\_ (Prüfungsnummer: 66501)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Tobias Erlbacher

---

---

**Modulbezeichnung:** Pulsumrichter für elektrische Antriebe (EAM-Pulsumrichter-V)  
(Pulse-controlled Converters for Electrical Drives) 5 ECTS

Modulverantwortliche/r: Jens Igney  
Lehrende: Jens Igney

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Pulsumrichter für elektrische Antriebe (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Jens Igney)  
Übungen zu Pulsumrichter für elektrische Antriebe (SS 2020, Übung, 2 SWS, Shima Khoshzaman)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorlesung und Übung Leistungselektronik dringend empfohlen

---

**Inhalt:**

1. **Einleitung**
2. **Bauelemente**
  - 2.1 IGBTs und Dioden
  - 2.2 Entwärmung
  - 2.3 Kondensatoren
  - 2.4 Neue Leistungshalbleiter aus Silizium-Carbid (SiC)
3. **Theorie selbstgeführter Stromrichter**
  - 3.1 Schaltungen von selbstgeführten Stromrichter
  - 3.2 Grundfrequenzsteuerung
  - 3.3 Trägerverfahren
  - 3.4 Drehzeiger / Raumzeigermodulation
4. **Gleichstromsteller**
  - 4.1 Tiefsetzsteller
  - 4.2 Hochsetzsteller
  - 4.3 Zweiquadrantensteller
  - 4.4 Vierquadrantensteller
5. **Dreiphasiger Pulsumrichter**
  - 5.1 Eingangsseitige Gleichrichter
  - 5.2 Pulsumrichter für permanenterregte Synchronmaschinen mit Blockstrom
  - 5.3 Motorseitiger Wechselrichter
  - 5.4 Verluste für Pulsumrichter mit sinusförmigen Strom
6. **Unerwünschte Effekte**
  - 6.1 Niederfrequente Netzharmonische
  - 6.2 Ableitströme und Funkstörspannung
  - 6.3 Kabel, Reflexion, erhöhte Motorspannungen
  - 6.4 Lagerströme

**Lernziele und Kompetenzen:**

**Ziel:**

Die Studierenden konzipieren Gleichstromsteller und Pulsumrichter in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe und Leistungsanforderung. Sie überschauen die möglichen Betriebsarten, wählen geeignete Betriebsarten aus und berechnen die notwendigen Kenngrößen der Bauteile und Baugruppen, die sie anhand der Informationen der Datenblätter auswählen.

**Lernziele**

**Bauelemente im Pulsumrichter:** Die Studierenden beschreiben die wesentlichen Eigenschaften und Funktionsweise der Bauelemente eines Pulsumrichters, wie IGBTs, Dioden und Elektrolyt-Kondensatoren. Sie sind in der Lage, relevante Parameter aus Daten und Kennlinien der Datenblätter dieser Bauelemente zu entnehmen, um damit den Leistungskreis zu konzipieren.

**Theorie selbstgeführter Stromrichter.** Die Studierenden erläutern die grundsätzliche Funktionsweise eines Pulswechselrichters und die verschiedenen Verfahren zur Ansteuerung, wie Grundfrequenzsteuerung, Sinus-Dreieck-Modulation und Raumzeigermodulation. Sie berechnen Pulsmuster für die verschiedenen Verfahren und zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte. Sie leiten daraus die Belastung der Bauelemente ab und berücksichtigen dies bei der Konzeption des Leistungskreises.

**Gleichstromsteller:** Die Studierenden erläutern Aufbau und Funktionsweise von Gleichstromstellern. Sie zeichnen die Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Sie berechnen die Verluste, welche in den Leistungshalbleitern entstehen und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung.

**Dreiphasige Pulsumrichter:** Die Studierenden benennen die Vorteile und Einsatzbereiche verschiedener Einspeisestromrichter. Sie berechnen die Belastung der Zwischenkreiskondensatoren und die Verluste in den Leistungshalbleitern und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung.

**Unerwünschte Effekte:** Die Studierenden nennen unerwünschte Effekte, welche durch den Einsatz eines Pulswechselrichters am Motor entstehen und beschreiben mögliche Abhilfemaßnahmen, die sie in ihrer Konzeption berücksichtigen.

**Literatur:**

Skript

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Pulsumrichter für elektrische Antriebe\_ (Prüfungsnummer: 63701)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Jens Igney

---

**Modulbezeichnung:** Regelung nichtlinearer Systeme (RNS) 5 ECTS  
 (Control of Nonlinear Systems)

Modulverantwortliche/r: Knut Graichen  
 Lehrende: Knut Graichen, Markus Lukassek

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Regelung nichtlinearer Systeme (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Knut Graichen)  
 Übungen zu Regelung nichtlinearer Systeme (SS 2020, Übung, 2 SWS, Tobias Gold)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Grundlegende Kenntnisse zu Modellbildung, Analyse und Entwurf linearer Eingrößensysteme im Zustandsraum, wie sie z.B. das Modul "Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)" vermittelt

---

**Inhalt:**

Ziel dieser Vorlesung ist es, eine Einführung in Verfahren zum Entwurf nichtlinearer Regelungen zu geben, wobei sich die Auswahl der vorgestellten Verfahren nach deren Anwendbarkeit in der Praxis orientiert. Die Vorlesung beginnt mit der exakten Linearisierung, mit deren Hilfe man für nichtlineare Systeme eine nichtlineare Koordinatentransformation und eine nichtlineare Zustandsrückführung finden kann, so dass in den neuen Koordinaten das nichtlineare Originalsystem linear wird oder ein lineares Übertragungsverhalten besitzt. Auf dieses lineare (Übertragungs-) System lassen sich im Anschluss alle für lineare Systeme bekannten Regelungsverfahren anwenden. Der zweite Abschnitt der Vorlesung behandelt die flachheitsbasierte Folgeregelung. Es wird gezeigt, wie sich für flache Systeme Trajektorien planen und Steuerungen entwerfen lassen. Zur Stabilisierung der Folgebewegung entlang der Solltrajektorie wird der Entwurf nichtlinearer Zustandsrückführungen durch Eigenwertvorgabe besprochen. Abschließend behandelt die Vorlesung den Entwurf von Beobachtern für nichtlineare Systeme. Vorlesungsbegleitend wird die Anwendung der theoretischen Verfahren jeweils anhand einfacher technischer Beispielsysteme verdeutlicht.

Inhaltsübersicht:

1. Exakte Ein-/Ausgangslinearisierung  
 Berechnung des E/A-linearisierenden Stellgesetzes, Frobenius-Theorem, Byrnes-Isidori-Normalform, Ausgangsfolgeregelung
2. Exakte Zustandslinearisierung  
 Nichtlineare Regelungsnormalform, nichtlineare Ackermann-Formel
3. Flachheitsbasierte Folgeregelung  
 Flache Systeme, flachheitsbasierter Steuerungs- und Folgereglerentwurf
4. Nichtlineare Beobachter  
 nichtlinearer Arbeitspunktbeobachter, nichtlineare Folgebeobachter, Normalform-Beobachter

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden können

- den Unterschied zwischen Übertragungs- und Zustandslinearität erläutern.
- das Ein-/ Ausgangsverhalten nichtlinearer Systeme durch die nichtlineare Ein-/ Ausgangs-Normalform im Zeitbereich beschreiben und analysieren.
- nichtlineare statische Zustandsrückführungen zur exakten Linearisierung des Ein-/ Ausgangs- und des Zustandsverhaltens entwerfen.
- das Konzept der differentiellen Flachheit für nichtlineare Systeme zum Steuerungs- und Regelungsentwurf anwenden.
- nichtlineare Mehrgrößensysteme durch dynamische und quasi-statische nichtlineare Zustandsrückführung exakt linearisieren.
- Zielsetzung und Aufbau eines nichtlinearen Beobachters für nichtlineare Systeme erläutern.
- nichtlineare Beobachter angepasst an die jeweilige Beobachtungsaufgabe auswählen und entwerfen.

- den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Regelung für nichtlineare Systeme und die Zweckbestimmung der zugehörigen Steuerung und Regelung erläutern.
- nichtlineare Systeme auf exakte Ein-/ Ausgangs- und Zustandslinearisierbarkeit untersuchen.

**Literatur:**

Slotine, J.-J.E. und Li, W.: Applied Nonlinear Control. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1991.

Unbehauen, R.: Systemtheorie 2. 7. Auflage, Oldenbourg Verlag, München, 1998.

Rothfuß, R.: Anwendung der flachheitsbasierten Analyse und Regelung nichtlinearer Mehrgrößensysteme. VDI-Fortschrittberichte, Reihe 8, Nr. 664, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1997.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Regelung nichtlinearer Systeme (Prüfungsnummer: 36801)

(englische Bezeichnung: Control of Nonlinear Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Joachim Deutscher

---

**Organisatorisches:**

Erlaubte Hilfsmittel bei Prüfung: Vorlesungsmitschrift + eigene Zusammenfassung + Taschenrechner

---

**Modulbezeichnung:** Regelung verteilt-parametrischer Systeme (RSVP) 5 ECTS  
 (Control of Distributed-Parameter Systems)

Modulverantwortliche/r: Joachim Deutscher  
 Lehrende: Joachim Deutscher, Ferdinand Fischer

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Regelung verteilt-parametrischer Systeme (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Joachim Deutscher)  
 Übungen zur Regelung verteilt-parametrischer Systeme (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Ferdinand Fischer)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Grundlegende Kenntnisse zu Modellbildung, Analyse und Entwurf linearer endlich-dimensionaler Eingrößensysteme im Zustandsraum, wie sie z.B. das Modul "Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)" vermittelt

---

**Inhalt:**

Verteilt-parametrische Systeme treten bei der Modellierung von Transport- und Ausgleichsvorgängen sowie von Wellenausbreitungen auf. Da bei diesen Vorgängen neben der Zeitabhängigkeit auch die Ortsabhängigkeit der den Prozess beschreibenden Größen eine Rolle spielt, führt die mathematische Modellbildung auf partielle Differentialgleichungen. Anwendungsbeispiele hierfür sind thermische Prozesse in der Stahlindustrie, die Stabilisierung von Reaktoren in der Verfahrenstechnik oder die aktive Schwingungsbedämpfung von Leichtbaustrukturen.

In dieser Vorlesung werden zunächst die Zustandsraummethoden zum Regelungsentwurf aus den Grundlagenvorlesungen auf verteilt-parametrische Systeme mit verteiltem Eingriff verallgemeinert. Dies ermöglicht es, Regelungsverfahren für solche Systeme anhand bekannter Vorgehensweisen zu erlernen und zu vertiefen. Anschließend wird für verteilt-parametrische Systeme mit Randeingriff die Backstepping-Methodik betrachtet. Für beide Systemklassen erfolgt in der Vorlesung die Behandlung des Entwurfs von Zwei-Freiheitsgrade-Regelungen. Dies umfasst sowohl die Bestimmung einer Steuerung zur Einstellung des Führungsverhaltens als auch den Ausgangsreglerentwurf zur Festlegung des Störverhaltens.

Vorlesungsbegleitend wird die Anwendung der theoretischen Verfahren jeweils anhand einfacher technischer Beispielsysteme verdeutlicht.

• Inhaltsübersicht:

1. Modellbildung verteilt-parametrischer Systeme  
 Aufstellung von PDglen, Anfangs- und Randbedingungen, Klassifikation von PDglen
2. Analyse verteilt-parametrischer Systeme im Zustandsraum  
 Abstrakte Zustandsdarstellung, Lösung der Zustandsglen, modale Approximation, exponentielle Stabilität, Beschreibung durch Übertragungsmatrizen
3. Stabilisierung verteilt-parametrischer Systeme im Zustandsraum  
 Kriterien für Stabilisierbarkeit, modaler und backstepping-basierter Entwurf von Zustandsrückführungen
4. Entwurf von Vorsteuerungen  
 Modellgestützte Vorsteuerung und flachheitsbasierter Arbeitspunktwechsel
5. Entwurf von Ausgangsfolgereglern  
 Modaler Early- und Late-lumping-Entwurf, Backstepping-Entwurf, robuste asymptotische Störkompensation

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden können

- partielle Differentialgleichungen für Wärmeübertragungs- und Stofftransportprobleme sowie für elastische mechanische Systeme aufstellen.

- partielle Differentialgleichungen klassifizieren.
- verteilt-parametrische Systeme im Zustandsraum beschreiben und die zugehörige Lösung bestimmen.
- verteilt-parametrische Systeme auf Stabilität untersuchen.
- stabilisierende Zustandsrückführungen für verteilt-parametrische Systeme entwerfen.
- Vorsteuerungen zur Einstellung des Führungsverhaltens bestimmen.
- das Konzept der differentiellen Flachheit für den Arbeitspunktwechsel anwenden.
- backsteppingbasierte Ausgangsregler für verteilt-parametrische Systeme entwerfen.
- den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Regelung für verteilt-parametrische Systeme und die Zweckbestimmung der zugehörigen Steuerung und Regelung erläutern.
- regelungstechnische Maßnahmen zur Störkompensation für verteilt-parametrische Systeme anwenden.
- Zielsetzung und Aufbau eines Beobachters für verteilt-parametrische Systeme erläutern.
- verteilt-parametrische Systeme durch endlich-dimensionale Systeme approximieren.
- Regelungs- und Steuerungsverfahren abhängig von verteiltem Eingriff oder Randeingriff auswählen.

#### Literatur:

Deutscher, J.: Zustandsregelung verteilt-parametrischer Systeme. Berlin: Springer-Verlag, 2012.  
 Franke, D.: Systeme mit verteilten Parametern. Berlin: Springer-Verlag, 1987.  
 Krstic, M. und Smyshlyaev, A.: Boundary control of PDEs. Philadelphia: SIAM, 2008.  
 Curtain, R. und Zwart, H.: An introduction to infinite-dimensional linear systems theory. New York: Springer-Verlag, 1995.

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Regelung verteilt-parametrischer Systeme\_ (Prüfungsnummer: 62901)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Joachim Deutscher

---

#### Organisatorisches:

Erlaubte Hilfsmittel bei Prüfungen: Vorlesungsskript + eigene Zusammenfassung + Taschenrechner

---

**Modulbezeichnung:** Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B) 5 ECTS  
 (Control System Design B (State Space Methods))

Modulverantwortliche/r: Knut Graichen  
 Lehrende: Knut Graichen, Tobias Gold

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Knut Graichen)  
 Übungen zu Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Tobias Gold)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden)

---

**Inhalt:**

- Motivation der Zustandsraumbetrachtung dynamischer Systeme in der Regelungstechnik
- Zustandsraumdarstellung dynamischer Systeme und deren Vereinfachung durch Linearisierung
- Analyse linearer und zeitinvarianter Systeme: Stabilität, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Zusammenhang mit Ein-/Ausgangsbetrachtung
- Auslegung von linearen Zustandsreglern für lineare Eingrößensysteme
- Erweiterte Regelkreisstrukturen, insbesondere Vorsteuerung und Störgrößenkompensation
- Entwurf von Zustands- und Störgrößenbeobachtern und Kombination mit Zustandsreglern (Separationsprinzip)

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden können

- die Vorzüge der Zustandsraumbetrachtung im Vergleich zur Ein-/Ausgangsbetrachtung darlegen.
- für dynamische Systeme die Zustandsgleichungen aufstellen und durch Linearisierung vereinfachen.
- für LZI-Systeme die Zustandsgleichungen in Normalformen transformieren.
- Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit von Zustandssystemen definieren und LZI-Systeme daraufhin untersuchen.
- ausführen, wie diese Eigenschaften mit den Eigenwerten und Nullstellen von LZI-Zustandssystemen zusammenhängen.
- den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Zustandsregelung angeben und die Zweckbestimmung ihrer einzelnen Komponenten erläutern.
- realisierbare Vorsteuerungen zur Einstellung des Sollverhaltens entwerfen.
- Zielstellung und Aufbau eines Zustandsbeobachters erläutern.
- diesen zu einem Störbeobachter erweitern und Störaufschaltungen zur Kompensation von Dauerstörungen konzipieren.
- beobachterbasierte Zustandsregelungen durch Eigenwertvorgabe entwerfen.
- die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich die Zustandsraummethoden der Regelungstechnik selbständig weiter erschließen.

**Literatur:**

Eine Literaturübersicht wird in der Vorlesung gegeben.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master

of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (Prüfungsnummer: 70601)

(englische Bezeichnung: Lecture: Control Engineering B (State-Space Methods))

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Knut Graichen

---

**Bemerkungen:**

Kann parallel zu Regelungstechnik A (Grundlagen) gehört werden.

---

**Modulbezeichnung: Regenerative Energiesysteme (RES)** **5 ECTS**  
 (Renewable Energy Systems)

Modulverantwortliche/r: Johann Jäger

Lehrende: Johann Jäger, Florian Mahr

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Regenerative Energiesysteme (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Johann Jäger)

Übungen zu Regenerative Energiesysteme (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Florian Mahr)

---

**Inhalt:**

Diese Vorlesung beschäftigt sich mit der Nutzung regenerativer Primärenergiequellen zur Umwandlung in mechanische und elektrische Energie.

Das physikalische Verständnis für die Primärenergieträger Wasser, Wind, Biomasse, direkte Sonnenenergie und Erdwärme und deren Umwandlungsprozesse in elektrische Energie stehen dabei im Vordergrund. Dazu werden auch die Möglichkeiten und Wege zur Erhöhung der Prozesswirkungsgrade so wie deren technischen Potentiale in der elektrischen Energieversorgung aufgezeigt. Weiterhin werden die Randbedingungen beim Betrieb von regenerativen Energiesystemen im elektrischen Energieversorgungsnetz besprochen.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studenten

- kennen die Arten regenerativer Energiesysteme,
- kennen die aktuellen Entwicklungen in der elektrischen Energieversorgung,
- verstehen die physikalischen und technischen Zusammenhänge bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme,
- verstehen die Herausforderungen bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme,
- analysieren das Betriebsverhalten regenerativer Energiesysteme und
- verstehen die Problematik der Integration regenerativer Energiesysteme in bestehende Systeme.

**Literatur:**

Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Regenerative Energiesysteme\_ (Prüfungsnummer: 63901)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Johann Jäger

---

**Modulbezeichnung:** Ressourceneffiziente Produktionssysteme (REPS) 5 ECTS  
(Resourceefficient Productionsystems)

Modulverantwortliche/r: Nico Hanenkamp  
Lehrende: Nico Hanenkamp

Startsemester: SS 2020 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)  
Präsenzzeit: 60 Std. Eigenstudium: 90 Std. Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Ressourceneffiziente Produktionssysteme (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Nico Hanenkamp)  
Ressourceneffiziente Produktionssysteme - Übung (SS 2020, Übung, 2 SWS, Matthias Mühlbauer)

**Inhalt:**

- Energieerzeuger und Energieverbraucher in der Produktion
- Stoff- und Energiestrommodellierung
- Energiemanagement in der Produktion
- Energiedatenerfassung
- Informationstechnik zur Ressourceneffizienz
- Materialeffizienz und Abfallmanagement
- Produktbilanzierung
- Planung von Produktionsanlagen
- Fabrikplanung
- Technische Gebäudeausrüstung
- Führungsinstrumente für das Ressourcenmanagement

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

Die Studenten/Studentinnen

- kennen die Energieträger innerhalb der Fertigung
- kennen Energieerzeuger, Wandler und Verbraucher
- kennen die Gestaltungsrichtlinien eines Energiewertstroms
- kennen die DIN EN ISO 50001 zum Energiemanagement
- kennen die bedeutendsten Maschinenelemente zur Steigerung der Ressourceneffizienz von Produktionsanlagen
- kennen ressourceneffiziente Komponenten zur Gebäudeausrüstung

*Verstehen*

Die Studenten/Studentinnen

- verstehen die Anwendung von Sankey Diagrammen
- verstehen die Ökobilanz und Carbon Footprint
- verstehen die Messtechnik zur Ermittlung von Energiedaten
- verstehen das Management von Energiedaten innerhalb der Automatisierungspyramide
- verstehen die Bedeutung der Materialeffizienz
- verstehen die Ökodesign-Richtlinie der EU
- verstehen die Vorgehensweise zur ressourceneffizienten Planung einer Fabrik
- verstehen Führungsinstrumente für das Ressourcenmanagement

*Anwenden*

Die Studenten/Studentinnen

- können einen Energiewertstrom aufnehmen
- können die richtigen Messmittel zur Aufnahme von Energiedaten auswählen

**Literatur:**

- Neugebauer R. Handbuch Ressourcenorientierte Produktion; 2014 Carl Hanser Verlag München Wien
- Hopf H. Methodik zur Fabrikssystemmodellierung im Kontext von Energie- und Ressourceneffizienz; 2016 Springer Fachmedien Wiesbaden

- Grundig C. Fabrikplanung Planungssystematik- Methoden- Anwendungen; 2015 Carl Hanser Verlag München

---

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Ressourceneffiziente Produktionssysteme (Prüfungsnummer: 69051)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

wird als elektronische Prüfung durchgeführt

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Nico Hanenkamp

---

---

**Modulbezeichnung:** **Satellitenkommunikation (SATKOM)** **5 ECTS**  
(Satellite Communications)

Modulverantwortliche/r: Albert Heuberger  
Lehrende: Christian Rohde

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Satellitenkommunikation (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Christian Rohde)  
Übung Satellitenkommunikation (SS 2020, Übung, 2 SWS, Jochen Martin-Creuzburg)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Keine formalen Voraussetzungen

---

**Inhalt:**

Nach einem historischen Rückblick zur Entwicklung der Satellitenkommunikation werden die einzelnen Komponenten eines typischen Gesamtsystems (Boden- und Raumsegment) näher betrachtet. Hierzu zählt der prinzipielle Aufbau von Trägerraketen (am Beispiel Ariane 5), von Satelliten (Satellitenplattformen, Subsysteme, Nutzlasten), die meist genutzten Umlaufbahnen und die Kommunikationslinks zwischen Bodenstation und Satellit (Uplink) und Satellit und Empfänger (Downlink). Die Besonderheiten der Signalausbreitung und -übertragung über diese großen Entfernungen (verwendete Frequenzen, Signaldispersion, -dämpfung, weitere Störeinflüsse der Weltraumumgebung) werden erklärt und in Beispielen berechnet. Die Architektur transparenter und regenerativer Kommunikationseinheiten wird ausführlich an Beispielen kommerziell verfügbarer Transponder und Onboard-Prozessoren erklärt. Die Prinzipien moderner, standardisierter Verfahren zur Signalaufbereitung und Übertragung von Video-/Bild und Audiosignalen über Satellit (MPEG, DVB-S/-S2 Quellencodierung, Kanalcodierung und Modulation, Kanalzugriff) werden erläutert und diskutiert. Ein Exkurs auf die im Orbit und im kommerziellen Einsatz befindlichen Kommunikationssatelliten für TV- und Breitbandversorgung, von Mobilkommunikationssystemen und eine Vorstellung von Forschungsansätzen für zukünftige Satellitensysteme (Megakonstellationen, Next generation High Throughput Satellites (HTS) sowie die große Dienstvielfalt mithilfe von Satelliten runden die Vorlesung ab. Die in der Vorlesung behandelten physikalischen, elektro- und nachrichtentechnischen Zusammenhänge werden in den ergänzenden Übungen mit Rechenbeispielen vertieft.

**Gliederung der Vorlesung:**

1. Einführung
  - Hauptkomponenten (Space Segment, Ground Segment), Überblick: Satelliten, Launcher, Orbits, Aufgaben, genutzte Frequenzen, Standarddienste, Satellitennetzwerke der größten Satellitenbetreiber
2. Entwicklung der Satellitenkommunikation
  - Meilensteine, Organisationen, Nationale Programme
3. Orbits und Konstellationen
  - Keplersche Gesetze, Beschreibung von Umlaufbahnen, genutzte Orbits, Bodenspuren, erreichbare Abdeckung
4. Trägersysteme
  - Trägerraketen, Entwicklung, Anbietermarkt, Nutzlastfähigkeit, Startplätze, Startverlauf
5. Satellitenaufbau
  - Auswahl aktueller Satellitenplattformen, Satellitenaufbau, Plattformkomponenten, Montageschritte und Tests
6. Satellitennutzlast (Payload)
  - Komponenten, Industrielle Beispiele, Aufbau und Aufgaben der Payload, Transponderarchitekturen, Antennen
7. Signalausbreitung und Leistungsbilanz

- Signalausbreitung, Freiraumverluste, Signaldämpfung, Rauschen, Signal-Rausch-Verhältnis, Linkbudget
- 8. Weltraumumgebung
  - Weltraumumgebungsbedingungen, Einflüsse auf den Satelliten und die Elektronik der Nutzlast (SEE, TID, DD)
- 9., 10., 11. Quellencodierung, Kanalcodierung, Modulationsverfahren, Signalübertragung am Beispiel DVB-S/-S2
  - Audio-, Bild- und Videokompression, FEC, Interleaver, Modulation, Zugriffs-, Duplex-, Multiplexverfahren
- 12. Vielfalt der Kommunikationsdienste, Beispiele moderner, zellulärer Satellitenkommunikationssysteme
  - Iridium, Globalstar, Inmarsat, Thuraya, Orbcom, O3b, ...), kommende Megakonstellationen (OneWeb, SpaceX, ...)
- 13. Neue Märkte, neue Dienste

#### Lernziele und Kompetenzen:

Nach der Teilnahme an der Vorlesung "Satellitenkommunikation" verstehen die Studierenden die Funktionsweise moderner satellitengestützter Kommunikationssysteme und wissen um deren Bedeutung für die großflächige und breitbandige Verbreitung von Bild-, Video- und Audiosignalen einschließlich einer Vielfalt an Datendiensten über Satellit. Die theoretischen Grundlagen und Rechenübungen anhand konkreter Beispiele erlauben die prinzipielle Berechnung und Überprüfung grundlegender Leistungsdaten und Systemkenngrößen.

#### Literatur:

Skriptum zur Lehrveranstaltung

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Satellitenkommunikation (Prüfungsnummer: 34601)

(englische Bezeichnung: Satellite Communication)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Albert Heuberger

#### Bemerkungen:

Vortrag in Deutsch, Skript in Englisch

---

**Modulbezeichnung:** **Schaltnetzteile (V-SNT)** **5 ECTS**  
 (Switching Power Supplies)

Modulverantwortliche/r: Thomas Dürbaum  
 Lehrende: Thomas Dürbaum

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Schaltnetzteile (SS 2020, Vorlesung, 4 SWS, Thomas Dürbaum)  
 Übungen zu Schaltnetzteile (SS 2020, Übung, Erika Stenglein)

---

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Leistungselektronik

---

**Inhalt:**

In dieser Vorlesung werden die Grundprinzipien der hochfrequent getakteten leistungselektronischen Schaltungen behandelt. Neben den unterschiedlichen Netzteiltopologien werden insbesondere die verschiedenen durch die hochfrequente Betriebsweise entstehenden Probleme behandelt.

Die Übung vermittelt Methoden zur Berechnung der grundlegenden Schaltnetzteilfamilien, zur Ermittlung von Schaltverlusten, zum Design von Entlastungsnetzwerken sowie ein erstes Konzept zur regelungstechnischen Beschreibung von Netzteilen mit PWM- Regelung.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- Basistopologien und deren Betriebsarten zu analysieren,
- die Funktionsweise PWM-geregelter Topologien zu erörtern und die zugehörigen Kennwerte zu bewerten,
- die Notwendigkeit von Netztrennung sowie mögliche Maßnahmen zur Erlangung derselben zu verstehen,
- grundlegende netztrennende Topologien zu analysieren,
- Schaltverluste sowie deren Reduzierung mit Hilfe von Entlastungsnetzwerken zu bewerten,
- regelungstechnische Beschreibung PWM-getakteter Konverter im kontinuierlichen Betrieb mittels der Methode des ‚In-Circuit-Averaging‘ zu analysieren.

**Literatur:**

- Begleitende Arbeitsblätter
- Fundamentals of Power Electronics, Erickson W. Robert, Springer Verlag

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Schaltnetzteile\_ (Prüfungsnummer: 66701)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Thomas Dürbaum



---

**Modulbezeichnung:** Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (SSÜ) 5 ECTS  
 (Circuits and Systems of Transmission Techniques)

Modulverantwortliche/r: Robert Weigel  
 Lehrende: Torsten Reißland

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Robert Weigel)  
 Übungen zu Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (SS 2020, Übung, 2 SWS, N.N.)

---

**Inhalt:**

Im Rahmen dieses Modules werden die Grundlagen und technische Ausführung Übertragungstechniken vermittelt. Fokus liegt dabei auf dem Automotivbereich. Elektrofahrzeuge werden nicht nur die heute bereits in der Oberklasse verfügbaren Fahrassistenzsysteme nutzen sondern weitere E-Mobility spezifische Anwendung insbesondere zur Energie- und Reichweitoptimierung. Drahtlose Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladeeinrichtungen, zwischen Fahrzeugen untereinander, genaue Ortung und Streckenprognose sowie autonomes energiesparendes Fahren mit Radar-Abstandsreglung spielen hier eine wichtige Rolle. In diesem Modul werden diese modernen Entwicklungen adressiert und die dafür notwendigen Grundlagen erarbeitet.

- Grundlagen:
  - Funkkanaleigenschaften
  - Modellierung
  - Modulation, Codierung, Vielfachzugriff
- Fahrzeugkommunikationssysteme:
  - Übertragungssysteme für die Fahrassistenz
  - Car-to-Car und Car-to-X-Kommunikation
  - Breitbandige In-Car-Datenübertragung
- Fahrzeugsensorik:
  - Fahrzeugortung (lokal und global)
  - Automobilradar und Umfeldüberwachung
  - Sensorische Erfassung von Bioparametern im Fahrzeug

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul in der Lage:

- Funkkanaleigenschaften und Modelle für spezifische Anwendungs- und Betriebsszenarien anzuwenden
  - Modulationstechniken zu erläutern und zu analysieren
  - Moderne Codierungs- und Vielfachzugriffstechniken zu erläutern
  - Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugkommunikationssystemen zu erläutern und zu analysieren
  - Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugsensoriksystemen zu erläutern und zu analysieren
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik

(Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizin-  
technik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (Prüfungsnummer: 64101)

(englische Bezeichnung: Circuits and Systems of Transmission Techniques)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Robert Weigel

---

---

**Modulbezeichnung: Schutz- und Leittechnik (SLT)** **5 ECTS**  
 (Power System Protection and Automation)

Modulverantwortliche/r: Johann Jäger  
 Lehrende: Johann Jäger

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Schutz- und Leittechnik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Johann Jäger)  
 Übungen zu Schutz- und Leittechnik (SS 2020, Übung, 2 SWS, Jonas Prommetta)

---

**Inhalt:**

Diese Vorlesung behandelt die Grundlagen der Schutztechnik für die elektrische Energieversorgung und Teilgebiete der Leittechnik. Schutztechnik ist ein unverzichtbarer Bestandteil der elektrischen Energieversorgung. Ohne Schutztechnik wird kein energietechnische Anlage weltweit in Betrieb genommen. Zunächst werden mögliche fehlerfreie und fehlerbehaftete Netzzustände im Hinblick auf die Verarbeitung in den Schutzgeräten analysiert und analytisch beschrieben. Anschließend werden die wichtigsten Schutzkriterien und -algorithmen ohne und mit inhärenter Fehlerortselektivität besprochen und technisch bewertet. Die Schutzgerätetechnik fasst unterschiedliche Schutzkriterien zusammen und passt die Funktionalität an die vorherrschenden Netzverhältnisse an. Darauf aufbauend werden Schutzkonzepte für unterschiedliche Netzstrukturen und die Bedeutung der Koordination der Schutzgeräte untereinander aufgezeigt.

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Die Studenten
- verstehen die Grundlagen der Schutztechnik,
  - verstehen die Grundlagen der Leittechnik,
  - verstehen die verschiedenen Methoden der Schutztechnik,
  - analysieren fehlerfreie und fehlerbehaftete Betriebszustände im System im Hinblick auf die Verarbeitung in Schutzgeräten,
  - analysieren die wichtigsten Schutzkriterien und -algorithmen und
  - kennen die aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der Schutztechnik.

**Literatur:**

Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Schutz- und Leittechnik (Prüfungsnummer: 64201)  
 (englische Bezeichnung: Power System Protection and Automation)  
 Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90  
 Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Johann Jäger

---

---

**Modulbezeichnung: Sensoren und Aktoren der Mechatronik (SAM)** **5 ECTS**  
 (Sensors and Actuators of Mechatronics)

Modulverantwortliche/r: Stefan J. Rupitsch

Lehrende: Stefan J. Rupitsch, Michael Ponschab

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Sensoren und Aktoren der Mechatronik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Stefan J. Rupitsch)

Übungen zu Sensoren und Aktoren der Mechatronik (SS 2020, Übung, 2 SWS, Michael Ponschab)

---

**Inhalt:**

- Strömungsmesstechnik
- Durchflussmessung
- Temperaturmessung (Strahlungsthermometer)
- Feuchtemessung
- Messung chemischer Größen (Chemische Sensoren)
- Messung der mechan. Leistung
- Messung von Masse, Dichte und mechanischer Härte
- Magnetfeld-Sensoren
- Piezoaktoren
- Elektromagnetische Aktoren

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- kennen die grundlegenden Größen und Konzepte der Ultraschalldurchflußmesstechnik
- analysieren unterschiedliche Verfahren der Ultraschalldurchflußmesstechnik
- interpretieren Messergebnisse anhand von Methoden der Fehlerrechnung
- kennen Möglichkeiten der Signalverarbeitung im Bereich der Durchflußmesstechnik
- kennen die grundlegenden Größen der Radiometrie sowie der Photometrie
- wenden die Grundlagen der Strahlungsphysik auf praxisnahe Beispiele an
- vergleichen unterschiedliche Methoden und Prinzipien von Pyrometern
- kennen die Grundgrößen der Feuchtigkeitsmessung
- analysieren unterschiedliche Bauformen von kapazitiven Feuchtigkeitssensoren hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit
- verstehen die grundlegenden Prinzipien von Magnetfeldsensoren
- kennen die grundlegenden Zusammenhänge von Piezokeramiken
- analysieren unterschiedliche Konzepte von Piezowandlern, wie z.B. Stapelwandler oder Bimorph-Schwinger

**Literatur:**

Lerch, R: Elektrische Messtechnik, 5. Aufl. 2010, Springer-Verlag.

Lerch, R: Elektrische Messtechnik - Übungsbuch, 2. Aufl. 2005, Springer-Verlag.

Lerch, R.; Sessler, G.; Wolf, D.: Technische Akustik, 2009, Springer-Verlag.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik,

Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Sensoren und Aktoren der Mechatronik (Vorlesung und Übung)\_ (Prüfungsnummer: 22201)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Stefan J. Rupitsch

---

---

**Modulbezeichnung: Sensorik (Sen)** **5 ECTS**  
(Sensors)

Modulverantwortliche/r: Stefan J. Rupitsch  
Lehrende: Stefan J. Rupitsch

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Sensorik (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Stefan J. Rupitsch)  
Übungen zu Sensorik (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Patrick K. Kroh)

---

**Inhalt:**

- Einführung in die Sensorik
- Wandlerprinzipien
- Sensor-Parameter
- Sensor-Technologien
- Messung mechanischer Größen
- Chemo- und Biosensoren

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- geben die Grundbegriffe und -strukturen der Sensorik und Aktorik wieder
- klassifizieren Sensoren anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte
- beschreiben, skizzieren und vergleichen die behandelten Wandlerprinzipien und Technologien zur Herstellung von Sensoren
- kennen die behandelten Sensor-Parameter und beurteilen Sensoren anhand dieser
- beschreiben und charakterisieren die behandelten Sensoren zur Messung mechanischer Größen
- analysieren Elemente der Sensor- und Aktortechnik sowie Schaltungen zur Weiterverarbeitung und Auswertung von Messgrößen
- zeigen mögliche Fehlerquellen der Sensorik auf und arbeiten Strategien zur Minimierung der Fehler aus

**Literatur:**

Skriptum zur Vorlesung

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Sensorik (Prüfungsnummer: 26701)

(englische Bezeichnung: Sensors)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Stefan J. Rupitsch



---

**Modulbezeichnung:** Signale und Systeme I (SISY I) 5 ECTS  
 (Signals and Systems I)

Modulverantwortliche/r: André Kaup  
 Lehrende: André Kaup, Jürgen Seiler

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Signale und Systeme I (WS 2019/2020, Vorlesung, 2,5 SWS, André Kaup)  
 Übung zu Signale und Systeme I (WS 2019/2020, Übung, 1,5 SWS, Jürgen Seiler)  
 Tutorium zu Signale und Systeme I (WS 2019/2020, Tutorium, 1 SWS, Simon Grosche)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Modul „Grundlagen der Elektrotechnik I+II“ **oder** Module „Einführung in die luK“ sowie „Elektronik und Schaltungstechnik“

---

**Inhalt:**

**Kontinuierliche Signale**

Elementare Operationen, Delta-Impuls, Energie und Leistung, Skalarprodukt und Orthogonalität, Faltung und Korrelation

**Fourier-Transformation**

Definition, Symmetrien, inverse Transformation, Sätze und Korrespondenzen

**Laplace-Transformation**

Definition, Eigenschaften und Sätze, Inverse Transformation, Korrespondenzen

**Kontinuierliche LTI-Systeme im Zeitbereich**

Impulsantwort, Sprungantwort, Beschreibung durch Differentialgleichungen, Direktformen, Zustandsraumdarstellung, äquivalente Zustandsraumdarstellungen, Transformation auf Diagonalfom

**Kontinuierliche LTI-Systeme im Frequenzbereich**

Eigenfunktionen, Systemfunktion und Übertragungsfunktion, Verkettung von LTI-Systemen, Zustandsraumbeschreibung im Frequenzbereich

**Kontinuierliche LTI-Systeme mit Anfangsbedingungen**

Lösung mit der Laplace-Transformation, Lösung über die Zustandsraumbeschreibung, Zusammenhang zwischen Anfangswert und Anfangszustand

**Kontinuierliche LTI-Systeme mit speziellen Übertragungsfunktionen**

Reellwertige Systeme, verzerrungsfreie Systeme, linearphasige Systeme, minimalphasige Systeme und Allpässe, idealer Tiefpass und idealer Bandpass

**Kausalität und Hilbert-Transformation**

Kausale kontinuierliche LTI-Systeme, Hilbert-Transformation, analytisches Signal

**Stabilität und rückgekoppelte Systeme**

Übertragungsstabilität, kausale stabile kontinuierliche LTI-Systeme, Stabilitätskriterium von Hurwitz, rückgekoppelte Systeme

**Abtastung und periodische Signale**

Delta-Impulskamm und seine Fourier-Transformierte, Fourier-Transformierte periodischer Signale, Abtasttheorem, ideale und nichtideale Abtastung und Rekonstruktion, Abtastung im Frequenzbereich

**Lernziele und Kompetenzen:**

**Die Studierenden**

- analysieren kontinuierliche Signale mit Hilfe der Fourier- und Laplace-Transformation
- bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme
- berechnen System- und Übertragungsfunktionen für kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme
- analysieren die Eigenschaften von kontinuierlichen linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung

- stufen kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme an-hand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein
- bewerten Kausalität und Stabilität von kontinuierlichen linearen zeitinvarianten Systemen
- beurteilen die Effekte und Grenzen einer Abtastung von kontinuierlichen Signalen

**Literatur:**

B. Girod, R. Rabenstein, A. Stenger, „Einführung in die Systemtheorie“, Wiesbaden: Teubner-Verlag, 2005

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Signale und Systeme I (Prüfungsnummer: 26801)

(englische Bezeichnung: Signals and Systems I)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: André Kaup

---

---

**Modulbezeichnung:** Signale und Systeme II (SISY II) 5 ECTS  
 (Signals and Systems II)

Modulverantwortliche/r: André Kaup

Lehrende: André Kaup, Christian Herglotz, Nils Genser

---

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Signale und Systeme II (SS 2020, Vorlesung, 2,5 SWS, André Kaup)

Übung zu Signale und Systeme II (SS 2020, Übung, 1,5 SWS, Christian Herglotz)

Tutorium zu Signale und Systeme II (SS 2020, Tutorium, 1 SWS, Nils Genser)

---

**Inhalt:**

**Diskrete Signale**

Elementare Operationen und Eigenschaften, spezielle diskrete Signale, Energie und Leistung, Skalarprodukt und Orthogonalität, Faltung und Korrelation

**Zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT)**

Definition, Beispiele, Korrespondenzen, inverse zeitdiskrete Fourier-Transformation, Eigenschaften und Sätze

**Diskrete Fourier-Transformation (DFT)**

Definition, Beispiele, Korrespondenzen, Eigenschaften und Sätze, Faltung mittels der diskreten Fourier-Transformation, Matrixschreibweise, schnelle Fourier-Transformation (FFT)

**z-Transformation**

Definition, Beispiele, Korrespondenzen, inverse z-Transformation, Eigenschaften und Sätze

**Diskrete LTI-Systeme im Zeitbereich**

Beschreibung durch Impulsantwort und Faltung, Beschreibung durch Differenzgleichungen, Beschreibung durch Zustandsraumdarstellung

**Diskrete LTI-Systeme im Frequenzbereich**

Eigenfolgen, Systemfunktion und Übertragungsfunktion, Verkettung von LTI-Systemen, Zustandsraumbeschreibung im Frequenzbereich

**Diskrete LTI-Systeme mit speziellen Übertragungsfunktionen**

Reellwertige Systeme, verzerrungsfreie Systeme, linearphasige Systeme, minimalphasige Systeme und Allpässe, idealer Tiefpass und ideale Bandpässe, idealer Differenzierer

**Kausale diskrete LTI-Systeme und Hilbert-Transformation**

Kausale diskrete LTI-Systeme, Hilbert-Transformation für periodische Spektren, analytisches Signal und diskreter Hilbert-Transformator

**Stabilität diskreter LTI-Systeme**

BIBO-Stabilität, kausale stabile diskrete Systeme, Stabilitätskriterium für Systeme N-ter Ordnung

**Beschreibung von Zufallssignalen**

Erwartungswerte, stationäre und ergodische Zufallsprozesse, Autokorrelations- und Korrelationsfunktion, Leistungsdichtespektrum, komplexwertige Zufallssignale

**Zufallssignale und LTI-Systeme**

Verknüpfung von Zufallssignalen, Reaktion von LTI-Systemen auf Zufallssignale, Wienerfilter

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- analysieren diskrete Signale mit Hilfe der zeitdiskreten Fourier-Transformation und berechnen deren diskrete Fourier-Transformation
- bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für diskrete lineare zeitinvariante Systeme
- berechnen System- und Übertragungsfunktionen für diskrete lineare zeitinvariante Systeme
- analysieren die Eigenschaften von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung

- stufen diskrete lineare zeitinvariante Systeme anhand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein
- bewerten Kausalität und Stabilität von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen
- bewerten diskrete Zufallssignale durch Berechnung von Erwartungswerten und Korrelationsfunktionen
- beurteilen die wesentlichen Effekte einer Filterung von diskreten Zufallssignalen durch diskrete lineare zeitinvariante Systeme

---

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Signale und Systeme II (Prüfungsnummer: 26802)

(englische Bezeichnung: Signals and Systems II)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: André Kaup

---

---

**Modulbezeichnung:** **Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (SimReg)** **5 ECTS**  
 (Simulation and Control of Switch-Mode Power Supplies)

Modulverantwortliche/r: Thomas Dürbaum

Lehrende: Thomas Dürbaum

---

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (SS 2020, Vorlesung, 4 SWS, Thomas Dürbaum)

Übungen zu Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (SS 2020, Übung, Panagiotis Mantzanas)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Modul *Leistungselektronik*

Modul *Schaltnetzteile*

---

**Inhalt:**

Im ersten Teil der Vorlesung werden sowohl notwendige Grundlagen als auch mögliche Simulationsstrategien und Tools erläutert. Im Einzelnen wird auf folgende Punkte eingegangen:

- Analytische Simulation von PWM-Konvertern
- Simulation von PWM-Konvertern unter Zuhilfenahme von gemittelten Schaltermodellen (ASM und ASIM)
- Diskrete Modellierung von Schaltnetzteilen im Zustandsraum (Discrete Modelling)
- Detailbetrachtungen, Vergleich mit Hardware, Schaltverluste

Im zweiten Teil der Vorlesung werden mögliche Systemmodellierungen gezeigt, die Aufschluss über das Kleinsignalverhalten und damit die Anwendung von herkömmlichen regelungstechnischen Ansätzen erlauben. Der zweite Teil der Vorlesung gliedert sich wie folgt:

- Anwendung von ASM und ASIM zur Bestimmung der Kleinsignalübertragungsfunktion
- Mittelung im Zustandsraum (State-Space-Averaging) zur Bestimmung der Kleinsignalübertragungsfunktion
- Regelung mit unterlagerter Stromregelung

Die Übung vertieft die in der Vorlesung erarbeiteten Methoden an zusätzlichen Beispielen und zeigt einige Simulationsbeispiele.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- Schaltnetzteiltonologien auf verschiedenen Abstraktionsebenen zu untersuchen,
- PWM Konverter stark idealisiert und auch unter Berücksichtigung parasitärer Widerstände zu analysieren,
- Mehraufwand und Nutzen detaillierterer Analysemethoden einzuschätzen,
- die einzelnen Schritte zur Erstellung gemittelter Schaltermodelle (ASM, ASIM) zu erläutern,
- PWM-Konverter mittels gemittelter Schaltermodelle zu analysieren,
- die Möglichkeiten der gemittelten Schaltermodelle während der verschiedenen Phasen bei der Entwicklung getakteter Stromversorgungen zu beurteilen,
- die Beschreibung linearer Netzwerke im Zustandsraum und deren Lösung zu erläutern,
- den Lösungsweg zur Analyse von Konvertern im Zustandsraum zu skizzieren,
- beliebige Konverter mit Hilfe der zeitdiskreten Modellierung im Zustandsraum zu analysieren,
- Anwendungsbeispiele für den Einsatz von Netzwerkanalyseprogramme (z.B. SPICE) im Bereich der Schaltnetzteilentwicklung zu benennen,
- Gültigkeit, Genauigkeit und Anwendbarkeit von Herstellermodellen kritisch zu hinterfragen,
- Aufwand, Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Simulationsmethoden im Bereich der Schaltnetzteiltechnologie zu bewerten,

- Sinn und Zweck der verschiedenen Kleinsignalübertragungsfunktionen zu beschreiben,
- den Begriff Kleinsignal im Zusammenhang mit Übertragungsfunktionen zu definieren und für konkrete Simulationen die Einhaltung der Kleinsignalbedingung zu überprüfen,
- Kleinsignalübertragungsfunktionen durch geeignete, dem jeweiligen Modell angepasste Simulationen (Zeit-/Frequenzbereich) zu bestimmen,
- Kleinsignalübertragungsfunktionen mittels der Methode der Mittelung im Zustandsraum für den kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb bestimmen,
- eine Möglichkeit zur messtechnischen Bestimmung Kleinsignalübertragungsfunktionen leistungselektronischer Konverter sowie die dafür benötigten Adapter und deren Anforderungen zu diskutieren,
- die verschiedenen Möglichkeiten Konverter zu regeln sowie deren Vor- und Nachteile zu bewerten,
- Vorteile einer unterlagerten Stromregelung zu erläutern sowie die Ursachen möglicher Instabilitäten und deren Vermeidung zu erklären,
- notwendige Kennwerte für den eigenständigen Vergleich einer Vielfalt möglicher, auch bis dato dem Studierenden unbekannter Topologien auf verschiedenen Abstraktionsebenen auszuarbeiten und so neue leistungselektronische Systeme basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen zu gestalten,
- die erlernten Methoden für die Optimierung getakteter Stromversorgungen anzuwenden,
- die Ergebnisse der Optimierung im Hinblick auf die aufgestellten Kriterien zu gewichten und den geeigneten Kandidaten auszuwählen,
- die notwendigen Simulationen entlang des gesamten Entwicklungsprozesses leistungselektronischer Systeme zu konzipieren,
- neue leistungselektronische Systeme zu entwickeln und somit die Herstellung neuer Produkte mit zu gestalten.

#### **Literatur:**

Begleitende Arbeitsblätter und in diesen angegebene Literatur

---

#### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

#### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen\_ (Prüfungsnummer: 64401)

(englische Bezeichnung: Simulation and Control of Switch-Mode Power Supplies)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Thomas Dürbaum

---

---

**Modulbezeichnung:** **Speech Enhancement (SpEn)** **2.5 ECTS**  
 (Speech Enhancement)

Modulverantwortliche/r: Emanuël A. P. Habets  
 Lehrende: Emanuël A. P. Habets

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Speech Enhancement (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Emanuël A. P. Habets)

---

**Inhalt:**

**Course Description**

We live in a noisy world! In all applications that are related to speech from hands-free communication, teleconferencing, hearing aids, cochlear implants, to human-machine interfaces such as smart speakers, a speech signal of interest captured by one or more microphones is contaminated by noise and reverberation. Depending on the level of noise and reverberation, the quality and intelligibility of the captured speech can be greatly reduced. Therefore, it is highly desirable, and sometimes even indispensable, to "clean up" the noisy signals using signal processing techniques before storage, transmission or reproduction.

In this course both traditional and deep learning methods for noise reduction and dereverberation, with one or more microphones, are discussed.

The goal of this course is to provide a strong foundation for researchers, engineers, and graduate students who are interested in the problem of signal and speech enhancement.

**Relation to other courses**

This course is the most advanced course offered by the university on this topic, and serves as an excellent basis from which to commence research in the area. Various aspects of the course bring students up to date with the very latest developments in the field, as seen in recent international conferences and journals. This course builds on *Sprach- und Audiosignalverarbeitung* (by Prof. Kellermann), and is well complimented by *Selected Topics in Perceptual Audio Coding* (Prof. Herre) and *Auditory Models* (Prof. Edler).

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Formulate the speech enhancement problem mathematically.
- Derive optimal single- and multi-channel filters to reduce noise and reverberation.
- Evaluate and compare the performance of single- and multi-channel filters for speech enhancement.
- Understand how reference signals and other prior information can be used in a speech enhancement system.
- Understand the limitations and challenges of existing speech enhancement systems.
- Understand the importance of binaural cues and the influence of a speech enhancement system on the binaural cues in the context of hearing aids.
- Design a microphone array and analyze its performance.
- Design a speech enhancement system for a given acoustic scenario.
- Evaluate both subjectively and objectively the performance of a speech enhancement system in terms of the speech quality and intelligibility.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Com-

munication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)"  
verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Speech Enhancement (Prüfungsnummer: 68801)

(englische Bezeichnung: Speech Enhancement)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Emanuel A. P. Habets

---

**Organisatorisches:**

Die Unterrichts- und Prüfungssprache (Deutsch oder Englisch) wird in der ersten Lehrveranstaltung  
mit den Studierenden vereinbart.

---

**Modulbezeichnung: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (SAV)** **5 ECTS**  
 (Speech and Audio Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: Walter Kellermann  
 Lehrende: Walter Kellermann, Mhd Modar Halimeh

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Sprach- und Audiosignalverarbeitung (SS 2020, Vorlesung, 3 SWS, Walter Kellermann)  
 Übung zur Sprach- und Audiosignalverarbeitung (SS 2020, Übung, 1 SWS, Mhd Modar Halimeh)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorlesung Signale und Systeme I & II

---

**Inhalt:**

The course concentrates on algorithms for speech and audio signal processing with applications in telecommunications and multimedia, especially

- physiology and models for human speech production and hearing: source-filter model, filterbank model of the cochlea, masking effects,
- representation of speech and audio signals: estimation and representation of short-term and long-term statistics in the time and frequency domain as well as the cepstral domain; typical examples and visualizations
- source coding for speech and audio signals: criteria, scalar and vector quantization, linear prediction, prediction of the pitch frequency; waveform coding, parametric coding, hybrid coding, codec standards (ITU, GSM, ISO-MPEG)
- basic concepts of automatic speech recognition (ASR): feature extraction, dynamic time warping, Hidden Markov Models (HMMs)
- basic concepts of speech synthesis: text-to-speech systems, model-based and data-driven synthesis, PSOLA synthesis system
- signal enhancement for acquisition and reproduction: noise reduction, acoustic echo cancellation, dereverberation using single-channel and multichannel algorithms.

Die Vorlesung behandelt Grundlagen und Algorithmen der Verarbeitung von Sprach- und Audiosignalen mit Anwendungen in Telekommunikation und Multimedia, insbesondere:

- Physiologie und Modelle der Spracherzeugung und des Hörens: Quelle-Filter-Modell, Filterbank-Modell der Cochlea; Maskierungseffekte;
- Darstellung von Sprach- und Audiosignalen: Schätzung und Darstellung der Kurzzeit- und Langzeitstatistik in Zeit-, Frequenz- und Cepstralbereich; typische Beispiele, Visualisierungen;
- Quellencodierung für Sprache und Audiosignale: Kriterien; skalare und vektorielle Codierung; lineare Prädiktion; Pitchprädiktion; Wellenform-/Parameter-/Hybrid-Codierung; Standards (ITU, GSM, ISO-MPEG)
- Spracherkennung: Merkmalextraktion, Dynamic Time Warping, Hidden Markov Models
- Grundprinzipien der Sprachsynthese: Text-to-Speech Systeme, modellbasierte und datenbasierte Synthese, PSOLA-Synthese
- Signalverbesserung bei Signalaufnahme und -wiedergabe: Geräuschbefreiung, Echokompensation, Enthaltung mittels ein- und mehrkanaliger Verfahren;

**Lernziele und Kompetenzen:**

The students

- understand basic physiological mechanisms of human speech production and hearing and can apply them for the analysis of speech and audio signals
- apply basic methods for the estimation and representation of the short-term and long-term statistics of speech and audio signals and can analyze such signals by means of these methods
- understand current methods for source coding of speech and audio signals and can analyze current coding standards

- verstehen die Grundbausteine von Spracherkennungssystemen und können deren Funktion mittels Rechnersimulation analysieren
- understand the basic principle of text-to-speech systems and can apply fundamental methods for speech synthesis
- can apply basic algorithms for speech enhancement and understand their functionality for real-world data.

Die Studierenden

- verstehen die grundlegenden physiologischen Mechanismen der Spracherzeugung und des Hörens beim Menschen und können diese zur Analyse von Sprach- und Audiosignalen anwenden
- wenden die grundlegenden Methoden zur Schätzung und Darstellung der Kurzzeit- und Langzeitstatistik von Sprach- und Audiosignalen an und können diese damit analysieren
- verstehen die aktuellen Methoden zur Quellencodierung von Sprache- und Audiosignalen und können aktuelle Codierstandards analysieren
- verstehen die Grundbausteine von Spracherkennungssystemen und können deren Funktion mittels Rechnersimulation analysieren
- verstehen die Grundprinzipien von Text-to-Speech Systemen und können elementare Algorithmen zur Sprachsynthese anwenden
- können elementare Algorithmen zur Signalverbesserung anwenden und für reale Daten analysieren

#### Literatur:

Gemäß themenbezogenen Angaben in der Lehrveranstaltung

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Speech and Audio Signal Processing (Prüfungsnummer: 64601)

(englische Bezeichnung: Speech and Audio Signal Processing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Walter Kellermann

---

**Modulbezeichnung:** **Statistische Signalverarbeitung (STASIP)** **5 ECTS**  
 (Statistical Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: Walter Kellermann

Lehrende: Walter Kellermann, Alexander Schmidt

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Statistische Signalverarbeitung (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Walter Kellermann)

Ergänzungen und Übungen zur statistischen Signalverarbeitung (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Alexander Schmidt)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Module ‚Signale und Systeme I‘ und ‚Signale und Systeme II‘, ‚Digitale Signalverarbeitung‘ oder gleichwertige

---

**Inhalt:**

The course concentrates on fundamental methods of statistical signal processing and their applications.

The main topics are:

Discrete-time stochastic processes in the time and frequency domain Random variables (RVs), probability distributions and densities, expectations of random variables, transformation of RVs, vectors of normally distributed RVs, time-discrete random processes: probability distribution and densities, expectation, stationarity, cyclostationarity, ergodicity, correlation functions and correlation matrices, spectral representations, principal component analysis (PCA), Karhunen-Loève transform (KLT).

Estimation theory

estimation criteria, prediction, classical and Bayesian parameter estimation (including MMSE, Maximum Likelihood, and Maximum A Posteriori estimation), Cramer-Rao bound

Linear signal models

Parametric models (cepstral decomposition, Paley-Wiener theorem, spectral flatness), non-parametric models (all-pole, all-zero and pole-zero models, lattice structures, Yule-Walker equations, PARCOR coefficients, cepstral representation)

Signal estimation

Supervised estimation, problem classes, orthogonality principle, MMSE estimation, linear MMSE estimation for normally distributed random processes, optimum FIR filtering, optimum linear filtering for stationary processes, prediction and smoothing, Kalman filters, optimum multichannel filtering (Wiener filter, LCMV, MVDR, GSC)

Adaptive filtering

Gradient methods, LMS, NLMS, APA and RLS algorithms and their convergence behavior

**Zeitdiskrete Zufallsprozesse im Zeit- und Frequenzbereich**

Zufallsvariablen (ZVn), Wahrscheinlichkeitsverteilungen und -dichten, Erwartungswerte; Transformation von ZVn; Vektoren normalverteilter ZVn; zeitdiskrete Zufallsprozesse (ZPe): Wahrscheinlichkeitsverteilungen und -dichten, Erwartungswerte, Stationarität, Zyklstationarität, Ergodizität, Korrelationsfunktionen und -matrizen, Spektraldarstellungen; ‚Principal Component Analysis‘, Karhunen-Loeve Transformation;

**Schätztheorie**

Schätzkriterien; Prädiktion; klassische und Bayes'sche Parameterschätzung (inkl. MMSE, Maximum Likelihood, Maximum A Posteriori); Cramer-Rao-Schranke

**Lineare Signalmodelle**

Parametrische Modelle (Cepstrale Zerlegung, Paley-Wiener Theorem, Spektrale Glattheit); Nichtparametrische Modelle: ‚Allpole‘-/ ‚Allzero‘-/ ‚Pole-zero‘-(AR/MA/ARMA) Modelle; ‚Lattice‘-Strukturen, Yule-Walker Gleichungen, PARCOR-Koeffizienten, Cepstraldarstellungen;

**Signalschätzung**

Überwachte Signalschätzung, Problemklassen; Orthogonalitätsprinzip, MMSE-Schätzung, lineare MMSE-Schätzung für Gaußprozesse; Optimale FIR-Filter; Lineare Optimalfilter für stationäre Prozesse; Prädiktion und Glättung; Kalman-Filter; optimale Multikanalfilterung (Wiener-Filter, LCMV, MVDR, GSC);

### Adaptive Filterung

Gradientenverfahren; LMS-, NLMS-, APA- und RLS-Algorithmus und ihr Konvergenzverhalten;

The course concentrates on fundamental methods of statistical signal processing and their applications.

The main topics are:

Discrete-time stochastic processes in the time and frequency domain Estimation theory Non-parametric and parametric signal models (pole/zero models, ARMA models) Optimum linear filters (e.g. for prediction), eigenfilters, Kalman filters Algorithms for optimum linear filter identification (adaptive filters)

Course material

To be kept up to date, please register for the course on StudOn. Extra points for the written exam

Extra points for the written exam can be obtained by handing in the homework. Please note: 1.) The

homework is to be prepared in groups of two. 2.) Copying from another group will result in zero points.

3.) All calculations for arriving at an answer must be shown. 4.) If you fail in the exam without extra

points, they cannot be taken into account. 5.) The extra points expire for the resit.

Number of passed worksheets: Extra points for the written exam: (based on 100 achievable points) 0

- 3.5 0 4 - 4.5 4 5 - 5.5 5 6 - 6.5 6

Literature

A. Papoulis, S. Pillai: Probability, Random Variables and Stochastic Processes; McGraw-Hill, 2002

(English) D. Manolakis, V. Ingle, S. Kogon: Statistical and Adaptive Signal Processing; Artech House,

2005 (English)

Timetable: The timetable can be accessed via the StudOn calendar.

### Lernziele und Kompetenzen:

The students:

- analyze the statistical properties of random variables, random vectors, and stochastic processes by probability density functions and expectations as well as correlation functions and matrices and their frequency-domain representations
- know the Gaussian distribution and its role to describe the properties of random variables, vectors and processes
- understand the differences between classical and Bayesian estimation, derive and analyze MMSE and ML estimators for specific estimation problems, especially for signal estimation
- analyze and evaluate optimum linear MMSE estimators (single- and multichannel Wiener filter and Kalman filter) for direct and inverse supervised estimation problems
- evaluate adaptive filters for the identification of optimum linear estimators.

Die Studenten

- analysieren die statistischen Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und stochastischen Prozessen mittels Wahrscheinlichkeitsdichten und Erwartungswerten, bzw. Korrelationsfunktionen, Korrelationsmatrizen und deren Frequenzbereichsdarstellungen
- kennen die spezielle Rolle der Gaußverteilung und ihre Auswirkungen auf die Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und Prozessen
- verstehen die Unterschiede klassischer und Bayes'scher Schätzung, entwerfen und analysieren MMSE- und ML-Schätzer für spezielle Schätzprobleme, insbesondere zur Signalschätzung
- analysieren und evaluieren lineare MMSE-optimale Schätzer (ein- und vielkanalige Wiener-Filter und Kalman-Filter) für direkte und inverse überwachte Schätzprobleme;
- evaluieren adaptive Filter zur Identifikation optimaler linearer Signalschätzer

### Literatur:

- A. Papoulis, S. Pillai: Probability, Random Variables and Stochastic Processes; McGraw-Hill, 2002 (englisch)
- D. Manolakis, V. Ingle, S. Kogon: Statistical and Adaptive Signal Processing; McGraw-Hill, 2005 (englisch)

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Statistical Signal Processing (Prüfungsnummer: 64301)

(englische Bezeichnung: Statistical Signal Processing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Durch Abgabe der Übungsblätter können Bonuspunkte für die Klausur erarbeitet werden. Wird die Klausur ohne Bonus nicht bestanden, darf der Bonus nicht angerechnet werden. Der Bonus verfällt dann auch für die Wiederholungsklausur. Es gilt folgende Abbildung (bei 100 erreichbaren Punkten in der Klausur): weniger als 4 Übungspunkte = 0 Bonuspunkte in der Klausur, 4 bis 4,5 Übungspunkte = 4 Bonuspunkte in der Klausur, 5 bis 5,5 Übungspunkte = 5 Bonuspunkte in der Klausur, 6 bis 6,5 Übungspunkte = 6 Bonuspunkte in der Klausur, 7 Übungspunkte = 7 Bonuspunkte in der Klausur.

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Walter Kellermann

---

**Modulbezeichnung:** Technische Akustik/Akustische Sensoren (TeAk/AkSen) 5 ECTS  
(Technical Accoustics/Acoustical Sensors)

Modulverantwortliche/r: Stefan J. Rupitsch

Lehrende: Florian Hubert

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Technische Akustik/Akustische Sensoren (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Stefan J. Rupitsch)

Übungen zu Technische Akustik/Akustische Sensoren (SS 2020, Übung, 2 SWS, Florian Hubert)

**Inhalt:**

- Grundlagen
- Elektromechanische Analogien
- Geometrische Akustik
- Schallfelder in Gasen und Flüssigkeiten
- Schallfelder in festen Medien
- Schallerzeugung durch Strömung
- Schalldämpfung und Schalldämmung
- Schallsensoren
- Schallsender
- Raumakustik
- Akustische Messtechnik
- Physiologische und psychologische Akustik

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erklären die physikalischen Grundlagen von akustischen Wellen, deren Erzeugung und Ausbreitung
- kennen verschiedene Sensor-Prinzipien zur Messung akustischer Größen
- kennen verschiedene elektroakustische Wandler zur Schallerzeugung
- reproduzieren praktische Anwendungen von akustischen Sensoren und Aktoren
- wählen geeignete Verfahren zur Berechnung akustischer Schallfelder (Elektroakustische Analogien, Geometrische Akustik, Statistische Akustik, Wellengleichung)
- kennen wichtige Zusammenhänge und Messgrößen der Psychoakustik
- reflektieren selbstständig den eigenen Lernprozess und nutzen die Präsenzzeit zur Klärung der erkannten Defizite

**Literatur:**

Lerch, Reinhard: Technische Akustik/Akustische Sensoren (Vorlesungsskript), Lehrstuhl für Sensorik  
Lerch, R.; Sessler, G.; Wolf, D.: Technische Akustik, 2009, Springer-Verlag.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Technische Akustik\_ (Prüfungsnummer: 23601)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Stefan J. Rupitsch

---

---

**Modulbezeichnung:** **Technologie integrierter Schaltungen (TIS)** **5 ECTS**  
(Technology of Integrated Circuits)

Modulverantwortliche/r: Tobias Erlbacher  
Lehrende: Tobias Erlbacher, Michael Niebauer

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Technologie integrierter Schaltungen (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Tobias Erlbacher)  
Übung zu Technologie integrierter Schaltungen (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Michael Niebauer)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Kenntnisse aus dem Bereich Halbleiterbauelemente (Pflichtveranstaltung im Bachelorstudiengang EEI und Mechatronik)

---

**Inhalt:**

Thema der Vorlesung sind die wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente und integrierter Schaltungen. Die Vorlesung beginnt mit der Herstellung von ein-kristallinen Siliciumkristallen. Anschließend werden die physikalischen Grundlagen der Oxidation, der Dotierungsverfahren Diffusion und Ionenimplantation sowie der chemischen Gasphasenabscheidung von dünnen Schichten behandelt. Ergänzend dazu werden Ausschnitte aus Prozessabläufen dargestellt, wie sie heute bei der Herstellung von hochintegrierten Schaltungen wie Mikroprozessoren oder Speicher verwendet werden.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

*Fachkompetenz*

*Anwenden*

- beschreiben die Technologieschritte und notwendigen Prozessgeräte
- erklären die physikalischen und chemischen Vorgänge bei der Herstellung von Integrierten Schaltungen

*Evaluiieren (Beurteilen)*

- ermitteln en Einfluss von Prozessparametern und können Vorhersagen für Einzelprozesse ableiten
- sind in der Lage, verschiedene Herstellungsschritte hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bzgl. der hergestellten Schichten, Strukturen oder Bauelemente zu beurteilen

**Literatur:**

- S. M. Sze: VLSI - Technology, MacGraw-Hill, 1988
- C. Y. Chang, S. M. Sze: ULSI - Technology, MacGraw-Hill, 1996
- D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich: Technology of Integrated Circuits, Springer Verlag, 2000
- Hong Xiao: Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, Prentice Hall, 2001

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Technologie integrierter Schaltungen (Prüfungsnummer: 61901)

(englische Bezeichnung: Technology of Integrated Circuits)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Tobias Erlbacher

---

---

**Modulbezeichnung:** **Thermische Kraftwerke (TKW)** **5 ECTS**  
(Thermal Power Plants)

Modulverantwortliche/r: Johann Jäger  
Lehrende: Johann Jäger

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Thermische Kraftwerke (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Johann Jäger)  
Übungen zu Thermische Kraftwerke (SS 2020, Übung, 2 SWS, Florian Mahr)

---

**Inhalt:**

Diese Vorlesung umfasst das gesamte Spektrum der Wärmekraftwerke sowohl regenerativer als auch fossiler und nuklearer Primärenergiequellen. Dazu gehören die thermischen Prozesse zur Energieumwandlung in einem Biomassekraftwerk ebenso wie die in einem Braunkohlekraftwerk. Grundlage dafür ist die technische Thermodynamik. Diese dient der Beschreibung der Umwandlungsprozesse von thermischer in mechanische Energie durch die Analyse der unterschiedlichen Erscheinungsformen von Energie und deren Verknüpfungen in Energiebilanzgleichungen. Anschließend werden die physikalischen Eigenschaften so wie die technischen und mathematischen Modelle unterschiedlicher Kraftwerksprozesse und -typen besprochen. Das Verständnis zur Prozessoptimierung steht dabei im Vordergrund. Weiterhin werden die Grundprinzipien der Kraftwerkstechnik sowie die Regelung von Kraftwerken im Verbundnetz behandelt.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studenten

- kennen die Möglichkeiten zur Nutzung von Primärenergie,
- kennen verschiedene thermische Prozesse,
- verstehen Kreisprozesse in technischen Anlagen,
- verstehen die Grundlagen der Thermodynamik in Bezug auf thermische Kraftwerke,
- verstehen die Regelung von Kraftwerken im Verbundnetz,
- analysieren anhand mathematischer Berechnungsmethoden die Umwandlungsprozesse in thermischen Kraftwerken und
- analysieren die Methoden der Prozessoptimierung.

**Literatur:**

Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Thermische Kraftwerke (Prüfungsnummer: 64801)

(englische Bezeichnung: Thermal Power Plants)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Johann Jäger



---

**Modulbezeichnung:** Thermisches Management in der Leistungselektronik (LEE-TM) 5 ECTS  
(Thermal Management in Power Electronics)

Modulverantwortliche/r: Martin März, Thomas Eberle  
Lehrende: Martin März, Stefanie Büttner

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Thermisches Management in der Leistungselektronik (SS 2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Martin März et al.)

---

**Inhalt:**

- Grundlagen des thermischen Managements
- Komponenten des thermischen Managements
- Anwendungs- und Auslegungsbeispiele
- Bauelemente unter Temperaturbelastung
- Thermische Meßtechnik
- Elektrisch-thermische Modellierung

**Lernziele und Kompetenzen:**

Für die Leistungselektronik ist das Thema Entwärmung von essentieller Bedeutung, vor allem mit Blick auf Zuverlässigkeit, Lebensdauer oder erzielbare Leistungsdichte. Den Studierenden werden die Grundlagen der Entwärmung leistungselektronischer Systeme vermittelt. Ausgehend von den Gesetzen des Wärmetransports und den Materialeigenschaften werden Entwärmungstechniken auf Bauteil-, Schaltungsträger- und Systemebene behandelt, begleitet durch ausgewählte Anwendungs- und Auslegungsbeispiele. Die Studierenden können die für thermische Berechnungen relevanten Angaben aus Datenblättern interpretieren, lernen thermische Ersatzschaltbilder und Verfahren zu deren Parametrisierung sowie Verfahren zur Simulation transienter thermischer Vorgänge kennen.

**Literatur:**

Begleitendes Vorlesungsskript

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Thermisches Management in der Leistungselektronik (Prüfungsnummer: 66801)

(englische Bezeichnung: Thermal Management in Power Electronics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Klausurtermin wird in Abstimmung mit den Studenten in der Vorlesung und auf Studon bekanntgegeben

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Martin März



---

**Modulbezeichnung:** **Transceiver-Systementwurf (TRXSys)** **5 ECTS**  
(Transceiver System Design)

Modulverantwortliche/r: Jörn Thielecke  
Lehrende: Jörn Thielecke

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Transceiver-Systementwurf (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Jörn Thielecke)  
Übung Transceiver-Systementwurf (SS 2020, Übung, 2 SWS, Jörn Thielecke)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse erforderlich aus: Signal- und Systemtheorie, Nachrichtentechnische Systeme, Stochastik. Erste mikroelektronische Kenntnisse helfen.

---

**Inhalt:**

1. Einführung
2. Systemübersicht und Anforderungen
  - GPS - GSM-WLAN
  - Vergleichende Zusammenfassung
3. Basisbandverarbeitung
  - Optimierung und Wechselwirkungen am Beispiel einer PLL
  - Anforderungsprofil bei GPS, GSM und WLAN
4. A/D- und D/A-Umsetzung
  - Dominierendes Nutzsignal bei GSM und WLAN
  - Dominierendes Rauschen bei GPS
  - Anforderungsübersicht
5. Frontend
  - Analyse und Charakterisierung von Störungen (Nichtlinearitäten, Rauschen, Dynamikbereich, I/Q-Balance, Phasenrauschen)
  - Systementwurf (Entwurfzyklus, Empfänger-Architekturen, Sender-Architekturen)
6. Ausblick

**Lernziele und Kompetenzen:**

1. Anhand der Beispielsysteme GPS, GSM und WLAN sollen Sie beurteilen lernen, wie das Wechselspiel zwischen Realisierungsaufwand und nachrichtentechnischer Systemanforderung ist.
2. Anhand von Beispielen sollen Ihnen die wesentlichen Entwurfsschritte bis hin zur Parametrisierung auf Blockschaltbildebene klar werden, wenn der Ausgangspunkt eine nachrichtentechnische Systembeschreibung ist.
3. Anhand von Architekturbeispielen sollen Sie ein Verständnis für die Spielräume und Abwägungen beim Entwurf eines Endgerätes entwickeln.

**Literatur:**

Skriptum zur Vorlesung.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Transceiver-Systementwurf (Prüfungsnummer: 66211)

(englische Bezeichnung: Transceiver System Design)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Klausurergebnis: 100% der Modulnote (bzw. Note der mündl. Prüfung). Bei bestandener Prüfung wird die Note um eine Teilnotenstufe (z.B. von 2,0 auf 1,7) verbessert, wenn Sie mindestens 75% der Hausaufgaben bzw. Rechnerübungen erfolgreich absolviert haben. Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben.

Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten, den genauen Abgabetermin entnehmen Sie dem Tafelanschrieb. Zugelassene Hilfsmittel sind ausschließlich Schreib- und Zeichengeräte sowie ein nicht programmierbarer Taschenrechner ohne Kommunikationsfunktion. Ein Bonus wird nur berücksichtigt, wenn die Prüfung auch ohne ihn bestanden ist. Für die Vergabe sind die Regeln der einschlägigen Modulbeschreibung maßgeblich. Überprüfen Sie bitte die Vollständigkeit der ausgegebenen Aufgaben und Hilfsblätter. Die Anzahl ist auf dem jeweiligen Deckblatt angegeben. Bitte verwenden Sie ausschließlich das ausgeteilte Papier. Lösungen, die auf anderem Papier geschrieben wurden, können nicht gewertet werden. Weiteres Papier kann bei der Prüfungsaufsicht angefordert werden. Bearbeiten Sie jede Aufgabe auf einem eigenen Bogen. Schreiben Sie nicht mit Bleistift. Verwenden Sie nicht die Farben Rot oder Grün. Tragen Sie bitte auf allen Lösungsblättern Name und Aufgabennummer ein und unterschreiben Sie den Prüfungsbogen an der dafür vorgesehenen Stelle. Legen Sie bitte während der Prüfung Ihren Lichtbildausweis griffbereit auf den Tisch. Legen Sie am Ende der Klausur Ihre Lösungsblätter und die Hilfsblätter in diesen Mantelbogen, damit alles zusammengeheftet werden kann.

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Jörn Thielecke

---

### **Organisatorisches:**

Lehrveranstaltung ist im Masterstudium verankert, kann aber ins Bachelorstudium vorgezogen werden. (Wahl- oder Wahlpflichtfach), Pflichtfach für MSc EEI mit Vertiefung Mikroelektronik.

### **Bemerkungen:**

Übung und Vorlesung abwechselnd in 14.-tägigen Modus

---

**Modulbezeichnung:** **Transmission System Operations and Control (TSOC)** **5 ECTS**  
 (Transmission System Operations and Control)

Modulverantwortliche/r: Matthias Luther  
 Lehrende: Matthias Luther

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Transmission System Operations and Control (SS 2020, Vorlesung, 4 SWS, Matthias Luther)  
 Übungen zu Transmission System Operations and Control (SS 2020, Übung, David Riebesel et al.)

---

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme  
 Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme

---

**Inhalt:**

The lecture gives an overview on the transmission system operations and how to control the system in the growing challenges and changing environment, like continuous development of electricity market, extensive cross-border electricity exchange throughout the continent and rapid growth of generation from intermittent Renewable Energy Sources (RES). This requires a need for close cooperation of the European Transmission System Operators as well as the development and implementation of new tools for system operation including a joint platform of harmonized technical rules. The lecture comprises technical and organizational aspects for interconnected operation including load and frequency control, voltage and reactive power control, load-flow management. Stability issues are investigated based on the analysis of major blackouts. It is explained why and how the electricity market has been implemented. The lecture is given in English since growing cooperation among TSOs and other parties in the electricity sector requires a common technical terminology and communication language.

**Lernziele und Kompetenzen:**

- The students
- learn the basic relationships in transmission system control,
  - understand the advantages of interconnected operation,
  - understand the interplay between grid equipment,
  - understand the functionality of frequency and voltage control in interconnected systems,
  - analyse the provision of ancillary services to guarantee a stable and secure operation of interconnected systems,
  - apply calculation methodologies to practical examples,
  - analyse current challenges in transmission system control due to the integration of renewables and
  - analyse the control practises of ancillary service providers to guarantee a stable transmission system operation.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Transmission System Operation and Control (Prüfungsnummer: 60621)

(englische Bezeichnung: Transmission System Operation and Control)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Matthias Luther

---

---

**Modulbezeichnung:** **Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications (TraMoCo)** **2.5 ECTS**  
 (Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications)

Modulverantwortliche/r: Wolfgang Gerstacker  
 Lehrende: Wolfgang Gerstacker

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Wolfgang Gerstacker)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Systemtheorie, Nachrichtenübertragung

---

**Inhalt:**

The aim of this lecture is that the students acquire a basic knowledge of advanced transmission and detection techniques which are relevant to practical mobile communications systems. In the first part, it is shown how equalization schemes like decision-feedback equalization (DFE) and maximum-likelihood sequence estimation (MLSE) can be applied to the GSM/EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) standard. Also, channel estimation for GSM/EDGE is covered. In GSM/EDGE, disturbance by interfering signals of other users is a further major problem. Therefore, interference cancellation algorithms are discussed in detail. The cases of several receive antennas and one receive antenna (single antenna interference cancellation) are distinguished. Several receive antennas can be also utilized for increasing the robustness against fading, applying diversity combination techniques. In the case of the availability of several transmit antennas only, additional space-time coding has to be used for realization of diversity gains. These aspects are also discussed in depth. Furthermore, an introduction to code-division multiple access (CDMA) transmission is given and it is shown how CDMA is applied in the UMTS system. The lecture is concluded by an introduction to digital transmission in the Long Term Evolution (LTE) system.

**Lernziele und Kompetenzen:**

The students

- describe basic equalization algorithms such as decision-feedback equalization (DFE) and maximum-likelihood sequence estimation (MLSE),
- apply equalization algorithms to the GSM / Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE) mobile communication system,
- formulate channel estimation methods for mobile communication systems,
- characterize the interference problem in GSM / EDGE,
- design interference suppression schemes for GSM/EDGE for receivers with a single antenna (single antenna interference cancellation) and multiple antennas, respectively,
- characterize the performance of mobile communication networks for different reception schemes,
- devise receivers for the realization of diversity gains for multiple receive antennas,
- design space-time coding schemes for the realization of diversity gains for multiple transmit antennas,
- describe transmission schemes which are based on code-division multiple access (CDMA),
- apply reception techniques for CDMA to the UMTS system,
- characterize the uplink transmission in the Long Term Evolution (LTE) system,
- develop receivers for LTE.

Die Studierenden

- beschreiben grundlegende Entzerrverfahren wie entscheidungsrückgekoppelte Entzerrung (Decision-Feedback Equalization, DFE) und Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung (Maximum-Likelihood Sequence Estimation, MLSE),
- wenden Entzerrverfahren auf das GSM/EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) Mobilfunkssystem an,
- formulieren Kanalschätzverfahren für Mobilfunksysteme,
- charakterisieren das Interferenzproblem bei GSM/EDGE,
- entwerfen Interferenzunterdrückungsverfahren für GSM/EDGE für Empfänger mit einer Antenne (Single Antenna Interference Cancellation) und mehreren Antennen,
- bewerten die Leistungsfähigkeit von Mobilfunknetzen bei Einsatz verschiedener Empfangsverfahren,
- konzipieren Empfänger zur Realisierung von Diversitätsgewinnen bei empfangsseitiger Antennendiversität
- entwerfen Space-Time-Codierverfahren zur Realisierung von Diversitätsgewinnen bei sendeseitiger Antennendiversität,
- beschreiben auf Code-Division Multiple Access (CDMA) basierende Übertragungsverfahren,
- wenden Empfangsverfahren für CDMA auf das UMTS-System an,
- charakterisieren die Aufwärtsstrecke von Long Term Evolution (LTE),
- entwerfen Empfänger für LTE.

#### Literatur:

Lecture notes

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications\_ (Prüfungsnummer: 34201)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Wolfgang Gerstacker

---

#### Bemerkungen:

Auf Wunsch kann die Vorlesung in englischer Sprache abgehalten werden.

---

**Modulbezeichnung:** Zuverlässigkeit und Fehleranalyse integrierter Schaltungen (ZUFIS) 2.5 ECTS  
 (Reliability and Failure Analysis of Integrated Circuits)

Modulverantwortliche/r: Peter Pichler  
 Lehrende: Peter Pichler

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 40 Std.	Eigenstudium: 35 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Zuverlässigkeit und Fehleranalyse integrierter Schaltungen (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Peter Pichler)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

keine, ein vorheriger Besuch der Vorlesung Halbleiterbauelemente ist jedoch für das Verständnis empfehlenswert

---

**Inhalt:**

Neben einer Einführung in die mathematische Beschreibung von Zuverlässigkeitsbetrachtungen bietet die Vorlesung eine Diskussion der relevanten Ausfallmechanismen von elektronischen Bauelementen und eine Übersicht über die Fehleranalyse an ausgefallenen Bauelementen. Insbesondere werden Ausfälle und Fehlerbilder durch elektrische Überbelastung, Schäden in Dielektrika und Strahlenschäden, sowie Fehler in der Metallisierung, Kontaktierung und Verkapselung behandelt.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

*Fachkompetenz*

*Verstehen*

- verstehen statistische Grundlagen von Zuverlässigkeitsbetrachtungen

*Anwenden*

- erklären physikalische Ausfallmechanismen in integrierten Schaltungen
- wenden grundlegende Konzepte der Fehleranalyse an

*Analysieren*

- ermitteln Gründe warum Bauelemente ausfallen sowie die Relevanz von Zuverlässigkeitsproblemen für den Entwurf

*Evaluiieren (Beurteilen)*

- sind in der Lage, Einflussfaktoren für die Ausfälle von ICs zu bewerten und Gegenmaßnahmen zu beurteilen

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Zuverlässigkeit und Fehleranalyse integrierter Schaltungen\_ (Prüfungsnummer: 68101)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Peter Pichler

---

---

**Modulbezeichnung:** **Low-Power Biomedical Electronics (LBE)** **5 ECTS**  
(Low-Power Biomedical Electronics)

Modulverantwortliche/r: Christopher Beck

Lehrende: Heinrich Milosiu

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Low-Power Biomedical Electronics (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Heinrich Milosiu)

Übung Low-Power Biomedical Electronics (LBE) (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Heinrich Milosiu)

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Low Power Biomedical Electronics (Prüfungsnummer: 68311)

(englische Bezeichnung: Low-Power Biomedical Electronics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Georg Fischer

---

**Modulbezeichnung:** Schätzverfahren in der Regelungstechnik (SRT) 5 ECTS  
(Estimation Methods for Control System Design)

Modulverantwortliche/r: Thomas Moor

Lehrende: Thomas Moor, Lukas Triska

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Schätzverfahren in der Regelungstechnik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Thomas Moor)

Übungen zu Schätzverfahren in der Regelungstechnik (SS 2020, Übung, 2 SWS, Yiheng Tang)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Grundlagen der Analysis und Algebra, wie sie z.B. in den Veranstaltungen "Mathematik für Ingenieure" angeboten werden; Grundlagen der Regelungstechnik, z.B. durch Belegung der Module:

- Regelungstechnik A (Grundlagen) (WS 2017/2018)
- Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (WS 2017/2018)

**Inhalt:**

Teil A: Zustandsschätzung (Beobachter)

- Luenberger-Beobachter
- Least-Squares-Schätzer
- Kalman-Filter

Teil B: Parameterschätzung (Identifikation):

- Gradienten-Ansätze
- Least-Squares-Ansätze
- Varianten mit Projektion

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Teilnehmer

- erkennen, ob und wie eine regelungstechnische Problemstellung in dem vorgestellten Rahmen der Schätzverfahren formuliert und gelöst werden kann
- erläutern die herangezogenen mathematischen Grundlagen, insbesondere aus der linearen Algebra
- können die vermittelten Ansätze an im Kontext von einfachen Beispielen anwenden und die jeweils erzielten Ergebnisse kritisch bewerten.

**Literatur:**

Bertsekas, D. P., Dynamic Programming, Vol. 1, Athena Scientific, 2000

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Schätzverfahren in der Regelungstechnik (Prüfungsnummer: 49611)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Thomas Moor

**Organisatorisches:**

Erlaubte Hilfsmittel bei Prüfungen: eigene handschriftliche Zusammenfassung

---

**Modulbezeichnung: Analytische Geometrie (AGeo)** **5 ECTS**  
 (Analytic Geometry)

Modulverantwortliche/r: Yasmine Sanderson  
 Lehrende: Yasmine Sanderson

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Analytische Geometrie (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Bart Van Steirteghem)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Elemente der Linearen Algebra I und II sowie Elemente der Analysis I und II

---

**Inhalt:**

Grundlagen zu folgenden Themen:

- Rückblende auf die Euklidische Geometrie
- Kegelschnitte: Eigenschaften und Klassifikation (affin und metrisch)
- Polyeder: Vielecke; Vielfache und Euler'sche Polyederformel; spezielle Polyeder

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden erklären grundlegende Begriffe der analytischen Geometrie und wenden sie auf klassische mathematische Probleme an.

**Literatur:**

Vorlesungsskript zu diesem Modul

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Mathematik)

**[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Mathematik (Bachelor of Education)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Analytische Geometrie (Prüfungsnummer: 55501)  
 Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90  
 Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: WS 2019/2020

Analytische Geometrie (Prüfungsnummer: 55502)  
 Studienleistung, Übungsleistung  
 weitere Erläuterungen:  
 erfolgreiche Bearbeitung wöchentlicher Übungsblätter

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: keine Angabe

---

**Organisatorisches:**

Pflichtmodul des nicht-vertieftes Lehramtsstudium

**Bemerkungen:**

Lehrform: Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentlichen Hausaufgaben,

---

**Modulbezeichnung:** **Elementare Zahlentheorie (EZth)** **5 ECTS**

(Elementary Number Theory)

Modulverantwortliche/r: Friedrich Knop, Yasmine Sanderson

Lehrende: Christina Birkenhake

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Elementare Zahlentheorie (WS 2019/2020, Vorlesung, 4 SWS, Christina Birkenhake)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Elemente der Linearen Algebra I und II sowie Elemente der Analysis I und II

---

**Inhalt:**

Anwendung der vollständigen Induktion, Division mit Rest, Untergruppen von  $\mathbb{Z}$ , ggT und kgV, euklidischer Algorithmus, Teilbarkeitslehre, Begriff der Primzahl und Fundamentalsatz der Arithmetik, Primzahlen und Primzahlprobleme, Diophantik mit Anwendungen, Prime Restklassengruppe, Dezimalbruch-Entwicklung, Algebraische und transzendente Zahlen

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden erklären grundlegende Begriffe der elementaren Zahlentheorie und wenden sie auf klassische mathematische Probleme an.

**Literatur:**

Vorlesungsskript zu diesem Modul

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Mathematik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Mathematik (Bachelor of Education)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Elementare Zahlentheorie (Prüfungsnummer: 55801)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Christina Birkenhake

Elementare Zahlentheorie (Prüfungsnummer: 55802)

Studienleistung, Übungsleistung

weitere Erläuterungen:

erfolgreiche Bearbeitung wöchentlicher Übungsblätter

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Christina Birkenhake

---

**Organisatorisches:**

Wahlpflichtmodul für alle nicht-vertieften Lehramtsstudiengänge

**Bemerkungen:**

Lehrform: Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.

---

**Modulbezeichnung:** Elemente der linearen Algebra II (ELA II) 10 ECTS  
 (Elements of linear algebra II)

Modulverantwortliche/r: Yasmine Sanderson  
 Lehrende: Wolfgang Ruppert

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 210 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Elemente der linearen Algebra II (SS 2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Wolfgang Ruppert)  
 Übungen zu Elemente der Linearen Algebra II (SS 2020, Übung, 2 SWS, Wolfgang Ruppert)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

---

**Inhalt:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

**Literatur:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Mathematik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Mathematik (Bachelor of Education)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung Elemente der Linearen Algebra II (Prüfungsnummer: 55321)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Wolfgang Ruppert

Übungsleistung zu Elemente der Linearen Algebra II (Prüfungsnummer: 55322)

Studienleistung, Übungsleistung

weitere Erläuterungen:

erfolgreiche Bearbeitung wöchentlicher Hausaufgaben

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Wolfgang Ruppert

---

**Organisatorisches:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

**Bemerkungen:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

---

**Modulbezeichnung:** Mathematisches Seminar in elementarer Geometrie (SemEGeo) 5 ECTS  
(mathematical seminar in elementary geometry)

Modulverantwortliche/r: Yasmine Sanderson  
Lehrende: Wolfgang Ruppert

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Es soll nur eine der Veranstaltungen belegt werden.

Mathematisches Seminar in elementarer Geometrie (SS 2020, Hauptseminar, 2 SWS, Wolfgang Ruppert)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

---

**Inhalt:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

**Literatur:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Mathematik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Mathematik (Bachelor of Education)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Mathematisches Seminar in elementarer Geometrie (Prüfungsnummer: 55761)

Prüfungsleistung, Referat, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 75%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Wolfgang Ruppert

Mathematisches Seminar in elementarer Geometrie (Prüfungsnummer: 55762)

Prüfungsleistung, Seminararbeit

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 25%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Wolfgang Ruppert

---

**Organisatorisches:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

**Bemerkungen:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

**Modulbezeichnung:** Mathematisches Seminar in elementarer Zahlentheorie (SemEZth) 5 ECTS  
(Mathematical Seminar in Elementary Number Theory)

Modulverantwortliche/r: Yasmine Sanderson  
Lehrende: Wolfgang Ruppert

Startsemester: SS 2020                      Dauer: 1 Semester                      Turnus: jährlich (SS)  
Präsenzzeit: 30 Std.                      Eigenstudium: 120 Std.                      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Mathematisches Seminar in elementarer Zahlentheorie (SS 2020, Hauptseminar, 2 SWS, Wolfgang Ruppert)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

**Inhalt:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

**Literatur:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Mathematik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Mathematik (Bachelor of Education)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Referat zu Mathematisches Seminar in elementarer Zahlentheorie (Prüfungsnummer: 55741)

Prüfungsleistung, Referat, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 75%

weitere Erläuterungen:

90 Minuten

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Wolfgang Ruppert

Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags zu Mathematisches Seminar in elementarer Zahlentheorie (Prüfungsnummer: 55742)

Prüfungsleistung, Seminararbeit

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 25%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Wolfgang Ruppert

**Organisatorisches:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

**Bemerkungen:**

Die Informationen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen

---

**Modulbezeichnung: Elementare Stochastik (EStoch)** **5 ECTS**  
(Elementary Stochastics)

Modulverantwortliche/r: Yasmine Sanderson

Lehrende: Horst Schirmeier

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Elementare Stochastik (WS 2019/2020, Vorlesung, 4 SWS, Horst Schirmeier)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Elemente der Linearen Algebra I und II sowie Elemente der Analysis I und II

---

**Inhalt:**

Diskrete Wahrscheinlichkeitsräume und Kombinatorik, Multinomialverteilung, geometrische Verteilung, hypergeometrische Verteilung, Produktexperimente, Zufallsvariable, Allgemeine Formulierung des starken Gesetzes der großen Zahlen und des Zentralen Grenzwertsatzes ohne Beweis Grundbegriffe der Schätztheorie und der Testtheorie

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden erklären grundlegende Begriffe der elementaren Stochastik und wenden sie auf klassische mathematische Probleme an.

**Literatur:**

Vorlesungsskript zu diesem Modul

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Mathematik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Mathematik (Bachelor of Education)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Elementare Stochastik (Prüfungsnummer: 55811)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: WS 2019/2020

1. Prüfer: Horst Schirmeier

Elementare Stochastik (Prüfungsnummer: 55812)

Studienleistung, Übungsleistung

weitere Erläuterungen:

erfolgreiche Bearbeitung wöchentlicher Übungsblätter

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Horst Schirmeier

---

**Organisatorisches:**

Wahlpflichtmodul für die nicht-vertieften Lehramtsstudiengänge

**Bemerkungen:**

Lehrform: Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentlichen Hausaufgaben,

---

**Modulbezeichnung:** Chemische Schulexperimente (DIDCHEM CSE) 5 ECTS  
 (Experiments in Chemistry classes)

Modulverantwortliche/r: Rita Tandetzke

Lehrende: Rita Tandetzke, Rita Tandetzke, Gastredner, Rita Tandetzke

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 75 Std.	Eigenstudium: 75 Std.	Sprache: Deutsch

---

### Lehrveranstaltungen:

Chemische Schulexperimente für LA Grund- und Mittelschule (SS 2020, Übung, 4 SWS, Rita Tandetzke)

Aktuelle Themen der Chemie im Experiment (SS 2020, Übung, 1 SWS, Anwesenheitspflicht, Rita Tandetzke et al.)

Chemische Schulexperimente für LA Realschule (SS 2020, Übung, 4 SWS, Rita Tandetzke)

### Inhalt:

Die bedeutsamen Themengebiete der experimentellen Schulchemie der Sekundarstufe I, u.a.:

- Verfahren zur Stofftrennung und zu Stoffnachweisen,
- Verfahren zur Einführung und Charakterisierung der chemischen Reaktion,
- Verfahren zur Einführung und Differenzierung von Modellbetrachtungen und deren Verknüpfung mit experimentellen Untersuchungen
- Verfahren zur Herstellung und Untersuchung von bedeutsamen Stoffen und Substanzklassen.

Die Studierenden lernen eine Vielfalt an experimentellen Möglichkeiten zur Umsetzung der verschiedenen Themenbereiche der Schulchemie kennen.

### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- können die schulspezifischen Themengebiete praktisch umsetzen und ggf. optimieren.
- können für ihre spätere eigene Unterrichtsplanung und -gestaltung Methoden diskutieren und verschiedene konzeptionelle Vorschläge unter Beachtung spezifischer fachdidaktischer Fragestellungen erstellen.

Die zu erwerbenden fachlichen Kompetenzen der Studierenden sind für Grund-, Haupt- und Realschulen geeignet.

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Vortrag mit Handout zu Chemische Schulexperimente (Prüfungsnummer: 22802)

(englische Bezeichnung: Oral presentation with handout on School Chemistry Experiments)

Prüfungsleistung, Referat, Dauer (in Minuten): 15-25

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Prüfungsleistung: Vortrag mit Handout, 15-25 Minuten

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Dominik Müller

1. Prüfer: Rita Tandetzke

---

**Organisatorisches:**

Die Anmeldung zur Prüfungsleistung (Prüfungsnr. 22802: Vortrag mit Handout) kann nur für **Lehramt Realschule zum Winter- oder Sommersemester** auf MeinCampus erfolgen, nachdem **alle** Teilleistungen absolviert wurden.

Die Anmeldung zur Prüfungsleistung (Prüfungsnr. 22802: Vortrag mit Handout) kann für **Lehramt Grundschule und Mittelschule nur zum Sommersemester** auf MeinCampus erfolgen, nachdem **alle** Teilleistungen absolviert wurden.

**Bemerkungen:**

Das Modul beinhaltet einen Online-Kurs der Virtuellen Hochschule Bayern (vhb), der eigenständig abgelegt wird:

- "Das chemische Schulexperiment im Unterricht", Test, im Winter- oder Sommersemester ablegbar, weitere Informationen und Anmeldung unter:

<https://kurse.vhb.org/VHBPORTAL/kursprogramm/kursprogramm.jsp?kDetail=true>

*Bitte Anmeldefrist beachten!*

**Modulbezeichnung:** **Übungen im Vortragen mit Demonstrationen, Lehramt Grund-, Mittel- und Realschule (DEM)** **5 ECTS**  
(Exercises in Lectures with Demonstrations, Teaching Primary Education and Secondary Education (Mittelschule/Realschule))

Modulverantwortliche/r: Andreas Hirsch  
Lehrende: Kathrin Knirsch

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: halbjährlich (WS+SS)  
Präsenzzeit: 120 Std.      Eigenstudium: 30 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Übungen im Vortragen mit Demonstrationen (WS 2019/2020, Übung, 4 SWS, Kathrin Knirsch)  
Übungen im Vortragen mit Demonstrationen in Physikalischer Chemie für LA Gymnasium (WS 2019/2020, Übung, 2,67 SWS, Florian Maier et al.)  
Übungen im Vortragen (mit Demonstrationen) in Anorganischer Chemie für LANv (LARS, LA GS/MS: 22503) (WS 2019/2020, Übung, Ivana Ivanovic-Burmazovic et al.)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Erfolgreiche Teilnahme an Modul DIDCHEM CSE und DIDCHEM LA, LA ACI und LA AC II und LA OC I und LA PC I

**Inhalt:**

- Fachwissenschaftliche Vorträge mit passenden Demonstrationen zu ausgewählten Themen der Chemie

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- können unter Berücksichtigung chemiedidaktischer Gesichtspunkte fachliche Vorträge mit Demonstrationen sicher halten und Fachpublikum chemische Inhalte vorstellen (die zu erwerbenden fachlichen Kompetenzen der Studierenden sind für Grund-, Haupt- und Realschulen geeignet)

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

- [1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**  
(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)
- [2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**  
(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vortrag AC oder PC zu DEM (Prüfungsnummer: 22503)  
Prüfungsleistung, Referat, Dauer (in Minuten): 30 - 45  
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 50%  
weitere Erläuterungen:  
PL: Vorträge AC oder PC (50%), jeweils 30 - 45 min  
Berechnung der Modulnote: 50% Vortrag OC + 50% Vortrag AC oder PC  
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Ivana Ivanovic-Burmazovic

1. Prüfer: Florian Maier

Vortrag OC zu DEM (Prüfungsnummer: 22504)

Prüfungsleistung, Referat, Dauer (in Minuten): 30 - 45

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 50%

weitere Erläuterungen:

PL: Vortrag OC (50%), 30 - 45 min

Berechnung der Modulnote: 50% Vortrag OC + 50% Vortrag AC oder PC

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Kathrin Knirsch

---

**Organisatorisches:**

Teilnahme ab 5. Semester geeignet.

---

**Modulbezeichnung:** Einführung in die Fachdidaktik Chemie (Lehramt an Realschulen) (DIDCHEM LARS) 5 ECTS  
 (Introduction to didactics of Chemistry)

Modulverantwortliche/r: Rita Tandetzke

Lehrende: Bernd Nussinger, Sabine Flügel, Rita Tandetzke

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 2 Semester

Turnus: halbjährlich (WS+SS)

Präsenzzeit: 75 Std.

Eigenstudium: 75 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Grundlagen der Chemiedidaktik Realschule (WS 2019/2020, Seminar, 2 SWS, Bernd Nussinger)

Ausgewählte Themen des Chemieunterrichts an Realschulen (SS 2020, Seminar, 2 SWS, Rita Tandetzke)

---

**Inhalt:**

- Historie des Chemieunterrichts, Begriffsbestimmung
- Aufgaben und Ziele der Didaktik der Chemie
- Ziele und Inhalte des Chemieunterrichts
- Planungsgrundlagen, Pädagogische Leitlinien, Linienführung zu inhaltlichen Problemfeldern im Chemieunterricht
- Lernende und Lehrende im Chemieunterricht
- Schülervorstellungen, Motivation, Kenntniserwerb von Schülern im Chemieunterricht
- Medien im Chemieunterricht
- Experimente, Schulbücher, Tafel und Folie usw. Modelle im Chemieunterricht, Multimedialer Chemieunterricht
- Fachsprache im Chemieunterricht
- Entwicklung einer Unterrichtsstunde
- Rahmenbedingungen für Chemieunterricht
- Didaktische-Methodische Grundlagen der Planung und Gestaltung einer Unterrichtsstunde im Fach Chemie, Planungsphasen
- Unterrichtsverfahren und Unterrichtsmethoden
- Didaktische Modelle und Konzepte für den Chemieunterricht
- Kontrolle und Bewertung im Chemieunterricht
- Fachdidaktische Forschung
- Historie des Chemieunterrichts, Begriffsbestimmung
- Aufgaben und Ziele der Didaktik der Chemie
- Ziele und Inhalte des Chemieunterrichts: Planungsgrundlagen, Pädagogische Leitlinien, Linienführung zu inhaltlichen Problemfeldern im Chemieunterricht
- Lernende und Lehrende im Chemieunterricht: Schülervorstellungen, Motivation, Kenntniserwerb von Schülern im Chemieunterricht
- Medien im Chemieunterricht: Experimente, Schulbücher, Tafel und Folie usw. Modelle im Chemieunterricht, Multimedialer Chemieunterricht
- Fachsprache im Chemieunterricht
- Entwicklung einer Unterrichtsstunde: Rahmenbedingungen für Chemieunterricht Didaktische-Methodische Grundlagen der Planung und Gestaltung einer Unterrichtsstunde im Fach Chemie, Planungsphasen
- Unterrichtsverfahren und Unterrichtsmethoden
- Didaktische Modelle und Konzepte für den Chemieunterricht
- Kontrolle und Bewertung im Chemieunterricht
- Fachdidaktische Forschung

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- verknüpfen chemische Kenntnisse und Fähigkeiten mit chemiedidaktischem Wissen und schulchemischen Fragestellungen.

- entwickeln eine tragfähige Vorstellung von effektivem Lehren und Lernen im Bereich der Allgemeinen, Anorganischen, Organischen und Physikalischen Chemie und erarbeiten konkrete Umsetzungsmöglichkeiten für den Chemieunterricht.
  - werden befähigt, Chemieunterricht begründet zu planen und die Lernprozesse im Chemieunterricht zu verstehen.
  - können lerntheoretische Erkenntnisse auf den Chemieunterricht beziehen und daraus Prinzipien für die Unterrichtsgestaltung ableiten.
  - entwickeln ein Repertoire an integrativen, schulrelevanten Experimenten und Modellvorstellungen.
- Die zu erwerbenden fachlichen Kompetenzen der Studierenden sind für Realschulen geeignet. übernommen aus Prüfungsordnungsmodul *Einführung in die Fachdidaktik Chemie (DIDCHEM LARS)*

Die Studierenden

- verknüpfen chemische Kenntnisse und Fähigkeiten mit chemiedidaktischem Wissen und schulchemischen Fragestellungen.
  - entwickeln eine tragfähige Vorstellung von effektivem Lehren und Lernen im Bereich der Allgemeinen, Anorganischen, Organischen und Physikalischen Chemie und erarbeiten konkrete Umsetzungsmöglichkeiten für den Chemieunterricht.
  - werden befähigt, Chemieunterricht begründet zu planen und die Lernprozesse im Chemieunterricht zu verstehen.
  - können lerntheoretische Erkenntnisse auf den Chemieunterricht beziehen und daraus Prinzipien für die Unterrichtsgestaltung ableiten.
  - entwickeln ein Repertoire an integrativen, schulrelevanten Experimenten und Modellvorstellungen.
- Die zu erwerbenden fachlichen Kompetenzen der Studierenden sind für Realschulen geeignet.

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Klausur zu Einführung in die Fachdidaktik Chemie (DIDCHEM LARS) (Prüfungsnummer: 22703)

(englische Bezeichnung: Examination (Klausur) on Introduction to Chemistry Teaching Methodology (DIDCHEM LARS))

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60-90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Klausur (60-90 Minuten), im Sommersemester

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Rita Tandetzke

#### Organisatorisches:

Die Anmeldung zur Klausur (Prüfungsnummer 22703) kann nur zum Sommersemester auf MeinCampus erfolgen, wenn vorher **alle** Teilleistungen abgelegt wurden.

#### Bemerkungen:

Das Modul beinhaltet **2 Online-Kurse** der **Virtuellen Hochschule Bayern (vhb)**, die eigenständig online bearbeitet werden sollen:

- "Modelle im Chemieunterricht", Gruppenarbeit, jeweils im Sommersemester, weitere Informationen und Anmeldung unter:

<https://kurse.vhb.org/VHBPORTAL/kursprogramm/kursprogramm.jsp?kDetail=true>

- "Medien in Chemieunterricht", Test, im Winter- oder Sommersemester, weitere Informationen und Anmeldung unter:  
<https://kurse.vhb.org/VHBPORTAL/kursprogramm/kursprogramm.jsp?kDetail=true>  
*Bitte jeweilige Anmeldefristen beachten!*

---

**Modulbezeichnung:** Organische und Bioorganische Chemie I (LA OC1) 10 ECTS  
 (Organic and Bioorganic Chemistry I)

Modulverantwortliche/r: Kathrin Knirsch  
 Lehrende: Kathrin Knirsch

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 150 Std.	Eigenstudium: 150 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Organische Chemie I (SS 2020, Vorlesung, 4 SWS, Kathrin Knirsch)  
 Seminar zum Organisch-chemischen Praktikum Teil III (SS 2020, Hauptseminar, 2 SWS, Kathrin Knirsch)

---

**Inhalt:**

- Darstellung, Eigenschaften und Reaktionsverhalten von Alkanen, Alkenen, Alkinen u. Aromaten.
- Verständnis des molekularen Ablaufs organisch-chemischer Reaktionen.
- Wichtige Labormethoden der OC anhand ausgewählter Substanzklassen.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- beherrschen grundlegenden Kenntnisse der Organischen Chemie und wichtiger Substanzklassen der OC (siehe Beschreibung Inhalt) und können diese in der Schule sicher anwenden (die zu erwerbenden fachlichen Kompetenzen der Studierenden sind für Grund-, Haupt- und Realschulen geeignet)

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Klausur Organische und Bioorganische Chemie I (Prüfungsnummer: 22012)

(englische Bezeichnung: Examination (Klausur) on Organic and Bioorganic Chemistry I)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 90%

weitere Erläuterungen:

Berechnung der Modulnote: 90% Klausurnote + 10% Praktikumsleistung

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Kathrin Knirsch

Praktikumsleistung Organische und Bioorganische Chemie I (Prüfungsnummer: 22013)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 10%

weitere Erläuterungen:

Berechnung der Modulnote: 90% Klausurnote + 10% Praktikumsleistung

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Kathrin Knirsch



**Modulbezeichnung:** Organische und Bioorganische Chemie II, Lehramt Grund-, Mittel- und Realschule (LA OC2) 5 ECTS  
(Organic and Bioorganic Chemistry II, Teaching Primary Education and Secondary Education (Mittelschule/Realschule))

Modulverantwortliche/r: Andreas Hirsch  
Lehrende: Kathrin Knirsch

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Seminar: Zeit und Ort nach Vereinbarung  
Organische Chemie II (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Kathrin Knirsch)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Erfolgreich abgelegtes Modul LA OC I (Sommersemester)!

**Inhalt:**

- Grundlegende Kenntnisse über Darstellung Eigenschaften und Reaktionsverhalten von Alkoholen, Carbonylverbindungen, Carbonsäuren und deren Polymere sowie Bioorgan.Chemie.
- Wichtige Reaktionsmechanismen und Zusammenhänge.
- Praktische Synthese- u. Reinigungsmethoden der OC anhand von ausgewählten Verbindungen u. Reaktionen.

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Die Studierenden
- besitzen weiterführende Kenntnisse der Organischen Chemie, wichtiger Substanzklassen, Bioorganischer Chemie und Synthese- und Reinigungsmethoden der OC (siehe Beschreibung "Inhalt") und können diese in Labor und Schule sicher anwenden (die zu erwerbenden fachlichen Kompetenzen der Studierenden sind für Grund-, Haupt- und Realschulen geeignet)

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

- [1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**  
(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)
- [2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**  
(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Klausur Organische und Bioorganische Chemie II (Prüfungsnummer: 22211)  
(englische Bezeichnung: Examination (Klausur) on Organic and Bioorganic Chemistry II, Teaching Primary Education and Secondary Education (Hauptschule/Realschule))

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90  
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%  
weitere Erläuterungen:  
Berechnung der Modulnote: 100% Klausurnote  
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020  
1. Prüfer: Kathrin Knirsch

**Modulbezeichnung:** Organische und Bioorganische Chemie III, Lehramt Grund-, Mittel- und Realschule (LA OC3) 5 ECTS  
(Organic and Bioorganic Chemistry III, Primary and secondary education (Grund-, Mittel-, Realschule))

Modulverantwortliche/r: Kathrin Knirsch  
Lehrende: Kathrin Knirsch

Startsemester: SS 2020 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (SS)  
Präsenzzeit: 75 Std. Eigenstudium: 75 Std. Sprache: Deutsch

#### Lehrveranstaltungen:

Wichtig: regelmäßige Teilnahme!

Seminar zum Organisch-chemischen Praktikum Teil III (SS 2020, Hauptseminar, 2 SWS, Kathrin Knirsch)

#### Empfohlene Voraussetzungen:

Besuch von "Organische und Bioorganische Chemie I, Lehramt Grund-, Mittel- und Realschule (LA OC1)" und "Organische und Bioorganische Chemie II, Lehramt Grund-, Mittel- und Realschule (LA OC2)"

#### Inhalt:

- Grundlegende Kenntnisse über Darstellung Eigenschaften und Reaktionsverhalten von Alkoholen, Carbonylverbindungen, Carbonsäuren und deren Polymere sowie Bioorgan.Chemie.
- Wichtige Reaktionsmechanismen und Zusammenhänge.
- Praktische Synthese- u. Reinigungsmethoden der OC anhand von ausgewählten Verbindungen u. Reaktionen.

#### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- besitzen weiterführende Kenntnisse der Organischen Chemie, wichtiger Substanzklassen, Bioorganischer Chemie und Synthese- und Reinigungs-methoden der OC (siehe Beschreibung Inhalt) und können sie in Labor und Schule sicher anwenden (die zu erwerbenden fachlichen Kompetenzen der Studierenden sind für Grund-, Haupt- und Realschulen geeignet)

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Praktikumsleistung zu Organische und Bioorganische Chemie III (Prüfungsnummer: 22221)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Praktikumsleistung

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Kathrin Knirsch



---

**Modulbezeichnung:** Physikalische Chemie II, Lehramt Grund-, Mittel- und Realschulen (LA PC2) **5 ECTS**  
 (Physical Chemistry II, Teaching Primary Education and Secondary Education (Mittelschule/Realschule))

Modulverantwortliche/r: Hans-Peter Steinrück

Lehrende: Andreas Bayer

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 70 Std.

Eigenstudium: 80 Std.

Sprache: Deutsch

---

### Lehrveranstaltungen:

- Teilnahme am Praktikum nur nach bestandem Eingangskolloquium möglich!
- Anwesenheitspflicht im Praktikum!

Physikalisch-chemisches Praktikum für LA Grund-, Real- und Mittelschule (WS 2019/2020, Praktikum, 5 SWS, Andreas Bayer et al.)

---

### Inhalt:

5 Experimente aus den 6 Themengebieten Thermodynamik, chemisches Gleichgewicht, Phasengleichgewichte, Elektrochemie, chemische Kinetik und Aufbau der Materie

### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- schätzen die Risiken beim Umgang mit Gefahrstoffen und Abfällen in chemischen Laboratorien ein
- bedienen mit Hilfe von Versuchsvorschriften einfache physiko-chemische Apparaturen und erklären deren Funktionsweise und Grundprinzipien
- erläutern die theoretischen Grundlagen zu den Versuchen
- wenden die Prinzipien physikalisch-chemischer Arbeitstechniken auf die Versuche und das Protokollieren der Ergebnisse an
- übertragen Vorlesungsinhalte auf experimentelle Anwendungen und ermitteln physikalische Größen
- werten experimentelle Daten aus und stellen Ergebnisse dar
- schätzen Messunsicherheiten ab und berechnen Messfehler.

### Literatur:

G. Wedler, H.-J. Freund: Lehrbuch der Physikalischen Chemie (Wiley-VCH)

P. W. Atkins, C. A. Trapp: Physikalische Chemie (Wiley-VCH)

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Praktikumsleistung zu Physikalische Chemie II (Prüfungsnummer: 22411)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

LAB (PL), Versuchsprotokolle

Prüfungssprache: Deutsch

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Hans-Peter Steinrück



**Modulbezeichnung:** **Qualitative Analytische Chemie (LAG AN1)** **5.0 ECTS**  
(Qualitative Analytical Chemistry)

Modulverantwortliche/r: Anton Neubrand

Lehrende: Anton Neubrand, Sjoerd Harder, Assistenten, Anton Neubrand, Sjoerd Harder

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 120 Std.

Eigenstudium: 30 Std.

Sprache: Deutsch

### Lehrveranstaltungen:

**Achtung:** Die bestandene Klausur aus dem Seminar ist Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum!

Einführungskurs (mit Seminar) zum Praktikum 'Anorganische Chemie I' [Prüfungsnr. 23732 (LAG); 23732(RS); 21912 (GS/MS)] (SS 2020, Einführungskurs, 4 SWS, Anton Neubrand et al.)

Praktikum Anorganische Chemie I [Prüfungsnr. 23731, LAG, RS] (SS 2020, Praktikum, 7 SWS, Anton Neubrand et al.)

### Inhalt:

- Einführung in das sichere Arbeiten mit Gefahrstoffen in chemischen Laboratorien
- Umgang mit anorganischen Säuren, Basen, Salzen und Komplexverbindungen
- Grundlagen qualitativer Trenn- und Bestimmungsmethoden von Ionen
- Prinzip des Trennungsgangs für Kationen
- Nachweisreaktionen für Kationen und Anionen
- Aufschlüsse

### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- besitzen grundlegende handwerkliche Fähigkeiten für das sichere Experimentieren im chemischen Labor
- setzen die Seminarinhalte im Praktikum um
- wenden klassische Nachweismethoden und die im Praktikumsplan vorgesehenen Versuche selbstständig an

### Literatur:

C.E. Mortimer, Chemie - das Basiswissen der Chemie, Georg Thieme Verlag

E. Riedel, Anorganische Chemie, de Gruyter

Jander/Blasius, Anorganische Chemie I

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Chemie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Chemie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Chemie (Master of Education)" verwendbar.

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Klausur Qualitative Analytische Chemie, Lehramt Gymnasium (Prüfungsnummer: 23732)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 45

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 40% Prüfungssprache: Deutsch

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Anton Neubrand

Praktikumsleistung Qualitative Analytische Chemie, Lehramt Gymnasium (Prüfungsnummer: 23731)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 60%

weitere Erläuterungen:

Praktikumsleistung: Schein

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: SS 2021 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Anton Neubrand

---

**Organisatorisches:**

**Achtung:** Die bestandene Klausur ist Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum!

**Bemerkungen:**

GOP-Bestandteil!\* (\*GOP = Grundlagen- und Orientierungsprüfung)

---

**Modulbezeichnung:** Didaktik der Informatik I (DDI I) 5 ECTS  
(Didactics of Informatics I)

Modulverantwortliche/r: Marc Berges

Lehrende: Marc Berges

---

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Didaktik der Informatik I (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Marc Berges)

Übung zu Didaktik der Informatik I (SS 2020, Übung, 2 SWS, Marc Berges)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Kenntnisse und Fertigkeiten, die in den Modulen:

- Algorithmen und Datenstrukturen
- Konzeptionelle Modellierung
- Software-Entwicklung in Großprojekten

erworben werden

- Modul 3050 Algorithmen und Datenstrukturen
  - Modul 3200 Theoretische Informatik für Lehramtsstudierende
  - Modul 3130 Konzeptionelle Modellierung
- 

**Inhalt:**

- Voraussetzungen und Rahmenbedingungen von Informatikunterricht
- Lern- und Kompetenzziele von Informatikunterricht
- Themen des Informatikunterrichts
- Methoden und Unterrichtsmethoden der Informatik
- Unterrichtshilfen für den Informatikunterricht
- Grundlagen der informatikbezogenen Unterrichtsplanung und -gestaltung
- Informatik und Informatikdidaktik im Wissenschaftskontext
- Informatische Modellbildung
- Programmieren im Informatikunterricht
- Werkzeuge für den Informatikunterricht
- Unterrichtsmethoden und -techniken
- Aufgaben und Aufgabenkultur für einen kompetenzorientierten Informatikunterricht

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erkennen und verstehen Bedingungs- und Entscheidungsfelder informatischer Bildung in Schulen sowie deren Wirkungsgefüge
- sind in der Lage, begründete Entscheidungen hinsichtlich der Ziele, Themen, Methoden und Unterrichtshilfen von konkretem Informatikunterricht unter Berücksichtigung von Voraussetzungen und Rahmenbedingungen zu treffen

übernommen aus Prüfungsordnungsmodul *Didaktik der Informatik I*

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Informatikunterricht begründet zu planen, durchzuführen und zu reflektieren. Sie sind in der Lage, Unterrichtsinhalte motivierend, schülernah, verständlich und zielführend zu vermitteln. Sie können Elemente der Informatik in Alltagssituationen zur Motivation und als Modellierungsgrundlage heranziehen, Realsituationen informatisch modellieren, den Prozess des Modellierens schülerbezogen gestalten und Schülerinnen und Schüler beim Modellieren unterstützen.

Sie

- analysieren informatische Unterrichtsgegenstände fachdidaktisch und geben Unterrichtsziele outcomeorientiert an

- charakterisieren die Wissenschaft Informatik und ihre Rolle im Bildungskontext (Computer Literacy, Great Principles of Computing, Computational Thinking) und geben eine eigene Definition für Informatik an
- geben Ziele des Informatikunterrichts (gemäß Lehrplan Bayern) an und beschreiben beispielhaft Möglichkeiten zur Umsetzung dieser Ziele
- geben zu Inhalten des Lehrplans konkrete durch die SuS zu erwerbende Kompetenzen an und gestalten entsprechenden Unterricht
- beschreiben die „roten Fäden“ in den Lehrplänen für Informatik in Bayern und berücksichtigen diese in der Gestaltung von Unterricht
- erläutern den Informationszentrierten Ansatz und seinen Einfluss auf den bayerischen Lehrplan
- ordnen Inhalte des Lehrplans dem Gesamtkonzept des Lehrplans zu
- beschreiben Informatische Modellbildung, geben Beispiele und Darstellungsformen für Modellierungstechniken an und begründen die Relevanz informatischen Modellierens für die Schulinformatik
- erläutern und illustrieren den Modellbegriff und Modellbildungsprozess aus Sicht der Informatik an selbst gewählten Beispielen
- wenden Theorie und Begriffe informatischer Modellbildung in der Gestaltung und Bewertung von Unterrichtsszenarien an
- ordnen Beispiele und Werkzeuge des Informatikunterrichts den Klassen von Modellen zu (EIS)
- diskutieren Stellenwert, Rolle und Ziele des Programmierens in der informatischen Bildung und im informationszentrierten Ansatz
- diskutieren den Stellenwert von Modellierung und Programmierung im Informatikunterricht ihrer Schulform
- grenzen die Begriffe Modellieren, Programmieren und Codieren voneinander ab
- begründen aus historischer und aktueller Perspektive den Einsatz von Methoden und Werkzeugen für die Vermittlung von Programmierkompetenz
- diskutieren den Einsatz visueller und textueller Programmiersprachen
- wenden Werkzeuge für den Informatikunterricht begründet in der Gestaltung von Unterricht an.
- nennen Kriterien für Werkzeuge und wählen Werkzeuge für den Informatikunterricht begründet aus
- begründen den Einsatz der Projektmethode im Informatikunterricht erläutern deren Ziele
- ordnen die Projektmethode in Kategorien der Sozial- und Lehr-/Lernformen ein
- erstellen ein Szenario für ein Informatikunterrichtsprojekt
- vergleichen Wasserfallmodell und Agile Methoden als Grundlage für die Durchführung eines Informatikprojekts
- beschreiben agile Techniken und wenden diese in der methodischen Unterrichtsgestaltung an
- strukturieren und bewerten Unterrichtsmethoden für den Informatikunterricht
- wählen für gegebene Inhalte und Kompetenzen adäquate Unterrichtsmethoden begründet aus
- erläutern verschiedene Unterrichtstechniken und -prinzipien anhand von adressierten Problemen, Zielen und Beispielen
- nennen Qualitätskriterien für Aufgaben und Leitfragen zur Aufgabenentwicklung und wenden diese in der Analyse und Entwicklung von Aufgaben an
- entwickeln Aufgaben hinsichtlich eines kompetenzorientierten Informatikunterrichts unter verschiedenen Gesichtspunkten (z.B. Öffnen von Aufgaben, Kontextorientierung, Kreativität) (weiter) und ordnen diese den GI-Bildungsstandards zu

#### Literatur:

- Hubwieser, Peter. Didaktik der Informatik. Springer-Verlag, 2007.
- Schubert, Sigrid, and Andreas Schwill. Didaktik der Informatik. Spektrum Akademischer Verlag, 2011.
- Werner Hartmann, Michael Näf, and Raimond Reichert. Informatikunterricht planen und durchführen. Springer, 2007.
- Meyer, Hilbert. Leitfaden Unterrichtsvorbereitung. Cornelsen Scriptor, 2007.

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

- [1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Didaktik der Informatik I (Prüfungsnummer: 32101)

(englische Bezeichnung: Didactics of Informatics I)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Modulnote ergibt sich zu 60% aus den schriftlichen Hausaufgaben, zu 10% aus der Mitarbeit in den Präsenzveranstaltungen und zu 30% aus der Abschlusspräsentation.

Erstablegung: SS 2020, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Marc Berges

---

**Organisatorisches:**

Bitte melden Sie sich zeitnah zu Beginn des Sommersemesters auch zum studienbegleitenden fachdidaktischen Praktikum in Informatik beim Praktikumsbüro an. Anmeldeschluss ist hier i.d.R. bereits Anfang April für das folgende Wintersemester!

**Modulbezeichnung:** Implementierung von Datenbanksystemen (IDB) **5 ECTS**  
(Implementation of Database Systems)

Modulverantwortliche/r: Klaus Meyer-Wegener  
Lehrende: Klaus Meyer-Wegener

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Implementierung von Datenbanksystemen (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Klaus Meyer-Wegener)  
Übungen zu Implementierung von Datenbanksystemen (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Demian Vöhringer)

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Konzeptionelle Modellierung

**Inhalt:**

Die Vorlesung soll einführen in den Aufbau und die Architektur von Datenbanksystemen, die Modularisierung und Schichtenbildung mit Abstraktionen verwenden. Schwerpunkt sind deshalb systemtechnische Aspekte von Datenbanksystemen.

Ausgangspunkt einer Reihe von aufeinander aufbauenden Abstraktionen ist die Speicherung von Daten auf Hintergrundspeichern. Die erste Abstraktion ist die Datei. Dann werden Sätze eingeführt und auf verschiedene Weisen in Blöcken organisiert (sequenziell, mit Direktzugriff, indexsequentiell). Das schließt die Organisation eines Blockpuffers und Zugriffspfade (Indexstrukturen) unterschiedlichen Typs ein. Als zweite große Abstraktion werden Datenmodelle eingeführt und hier insbesondere das relationale. Dazu gehören sowohl Strukturen als auch Anfragesprachen wie SQL.

Der zweite Teil befasst sich mit der Realisierung der Leistungen eines Datenbanksystems unter Verwendung der vorher eingeführten Sätze und Zugriffspfade ("top-down"). Das umfasst die Anfrageverarbeitung und -optimierung, aber auch die Mechanismen zur Protokollierung von Aktionen und zur Wiederherstellung von Datenzuständen nach einem Fehler oder Ausfall. Ein Schichtenmodell fasst abschließend die Aufgaben in einer Architektur für Datenbank-Verwaltungssysteme zusammen. Ziel der Vorlesung ist es also, ein grundlegendes Verständnis für den Aufbau und die Funktionsweise eines Datenbanksystems zu vermitteln.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- kennen das Schichtenmodell eines Datenbankverwaltungssystems;
- verstehen das Prinzip der Datenunabhängigkeit (Datenabstraktion);
- beherrschen das Aufbauprinzip einer Software-Schicht;
- unterscheiden die Begriffe "Datenbank", "Datenbanksystem" und "Datenbankverwaltungssystem";
- unterscheiden die Begriffe "Datenmodell" und "Schema";
- zeigen das Konzept der blockorientierten Datei mit ihren Zugriffsoperationen auf;
- unterscheiden einen Satz von einem Block;
- erklären das Konzept der sequentiellen Satzdatei;
- schildern das Prinzip der Wechselpuffertechnik;
- charakterisieren den Schlüsselzugriff auf Sätze;
- stellen Gestreute Speicherung (Hashing) auf der Basis von Blöcken (Buckets) dar;
- formulieren die Funktionsweise des Virtuellen Hashings;
- fassen die Funktionsweise eines B-Baums zusammen;
- unterscheiden die Dienste eines B-Baums von denen des Hashings;
- können für eine Folge von Schlüsselwerten einen B-Baum aufbauen;
- unterscheiden einen B-Baum von einem B-Stern-Baum (B+-Baum);
- veranschaulichen einen Bitmap-Index;
- unterscheiden die Primär- und Sekundärorganisation von Sätzen;
- zählen Ersetzungsstrategien der Pufferverwaltung auf und vergleichen sie;

- benennen die Dienste einer Pufferverwaltung;
- erklären die Konzepte "Seite" und "Segment" im Gegensatz zu "Block" und "Datei";
- unterscheiden direkte und indirekte Seitenzuordnung;
- interpretieren in Programmiersprachen eingebettete Anfragesprachen und Datenbank-Unterprogrammaufrufe;
- charakterisieren Datenbank-Transaktionen;
- kennen die Aufrufe zur Definition von Transaktionen;
- erläutern die spaltenweise Abspeicherung von Relationen;
- diskutieren die algebraische Optimierung von Anfragen;
- stellen Planoperatoren eines Datenbanksystems dar;
- unterscheiden Planoperatoren für den Verbund;
- beschreiben Kostenformeln für die Abschätzung von Anfrageausführungen;
- schildern die verschiedenen Anomalien im Mehrbenutzerbetrieb;
- beschreiben die Serialisierbarkeit von Transaktionen;
- erläutern das Konzept der Sperren in Datenbanksystemen;
- unterscheiden physische und logische Konsistenz;
- kennen die vier Recovery-Klassen;
- erläutern die verschiedenen Arten von Sicherungspunkten.

**Literatur:**

KEMPER, Alfons ; EICKLER, André: Datenbanksysteme : Eine Einführung. 9., aktual. u. erweit. Aufl. München : Oldenbourg, 2013. - ISBN 978-3-486-72139-3. - Kapitel 7 bis 11  
 KEMPER, Alfons ; WIMMER, Martin: Übungsbuch Datenbanksysteme. 2., aktual. u. erweit. Aufl. München : Oldenbourg, 2009. - ISBN 978-3-486-59001-2. - Kapitel 7 bis 11  
 HEUER, Andreas ; SAAKE, Gunter: Datenbanken : Konzepte und Sprachen. 3., aktual. u. erw. Aufl. Bonn : mitp, 2007. - ISBN 3-8266-1664-2  
 HÄRDER, Theo ; RAHM, Erhard: Datenbanksysteme : Konzepte und Techniken der Implementierung. Berlin : Springer, 1999 - ISBN 3-540-65040-7  
 SAAKE, Gunter ; HEUER, Andreas: Datenbanken : Implementierungstechniken. 2., aktual. u. erw. Aufl. Bonn : mitp, 2005. ISBN 3-8266-1438-0

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik)

**[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Implementierung von Datenbanksystemen (Prüfungsnummer: 30201)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Klaus Meyer-Wegener

---

**Modulbezeichnung: GraPra (GraPra)** **10 ECTS**  
 (GraPra)

Modulverantwortliche/r: Marc Stamminger

Lehrende: Alexander Lier

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 240 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

GraPra Game Programming (WS 2019/2020, Praktikum, 10 SWS, Alexander Lier)

---

**Inhalt:**

Das Grafik-Programmierpraktikum besteht aus vier Teilen:

- Entwickeln eines Bomberman-Spiels (5 Wochen),
- Terrain Rendering (3 Wochen)
- Rendering von Kartendaten (2 Wochen),
- "Freestyle" (3 Wochen).

Die Bearbeitung der Aufgaben erfolgt in Teams von 2-3 Mitgliedern. Im ersten Teil liegt der Fokus auf C++ Programmieren und einem Überblick über die Grafikprogrammierung mit OpenGL. Im zweiten Teil wird die Grafikprogrammierung mit OpenGL vertieft. Im dritten Teil wird ein Level aus OpenStreetMap Daten generiert, in der letzten Aufgabe, Teil vier, stellen sich die Teams eigene (innerhalb des Themengebiets frei wählbare) Aufgaben.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erläutern die Stufen und Funktionsweise der Graphikpipeline
- beschreiben und klassifizieren unterschiedliche Rendering-Verfahren zur Berechnung von Beleuchtung und Schatten
- schildern einfache Algorithmen für Kollisionserkennung und -behandlung
- wenden fundierte Kenntnisse in C++, OpenGL und GLSL in der Softwareentwicklung für Animations- und Rendering-Aufgaben an
- implementieren im Rahmen von Projekten die erlernten Rendering-Algorithmen
- benutzen die Kollisionserkennung und -behandlungsalgorithmen in einfachen Animationen

**Literatur:**

- Bjarne Stroustrup, The C++ Programming Language
  - OpenGL Red Book
  - Tomas Akenine-Möller, Eric Haines und Naty Hoffman, Real-time Rendering
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

**[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Grafik-Praktikum Game Programming (Prüfungsnummer: 240715)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

2/3 Punkte auf Übungsaufgaben, 1/3 Zwischen- und Abschlussvortrag

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Marc Stamminger

---

---

**Modulbezeichnung:** HPC Software Projekt (HPCPRO) 10 ECTS  
 (HPC Software Projekt)

Modulverantwortliche/r: Harald Köstler  
 Lehrende: Harald Köstler

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: unregelmäßig
Präsenzzeit: 5 Std.	Eigenstudium: 295 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

HPC Software Projekt (SS 2020, Projektseminar, 8 SWS, Harald Köstler)

---

**Inhalt:**

Anhand eines aktuellen Forschungsthema im Bereich High Performance Computing sollen die Studierenden an die wissenschaftliche Arbeitsweise im Bereich Informatik herangeführt werden. Dazu wird typischerweise in Gruppenarbeit ein größeres Softwarepaket entwickelt und auf eine konkrete Problemstellung aus dem HPC Bereich angewendet. Die Ergebnisse sollen in einem kurzen Bericht zusammengefasst werden.

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Verstehen*

Lernende können in Veröffentlichungen beschriebene oder in bestehender Software enthaltene numerische Algorithmen verstehen.

*Anwenden*

Lernende können numerische Algorithmen auf vorgegebene Problemstellungen aus dem Bereich High Performance Computing (HPC) anwenden.

*Analysieren*

Auswahl von geeigneten numerischen Algorithmen und effizienten, parallelen Datenstrukturen, um ein vorgegebenes Problem auf einer vorgegebenen Hardware-Plattform effizient zu lösen.

*Erschaffen*

Entwicklung eines Softwarepaketes für eine konkrete Problemstellung aus dem High Performance Computing (HPC) Bereich.

*Lern- bzw. Methodenkompetenz*

Die Studierenden erwerben die Kompetenz, eigenständig Software zu erstellen.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

HPC Software Projekt (Prüfungsnummer: 695344)

(englische Bezeichnung: HPC Software Project)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Bewertet wird der abgegebene Programmcode.

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021  
1. Prüfer: Harald Köstler

---

---

**Modulbezeichnung:** **Nailing your Thesis (VUE+PROJ 10-ECTS) (OSS-NYT-VUE+PROJ)** **10 ECTS**  
 (Nailing your Thesis (VUE+PROJ 10-ECTS))

Modulverantwortliche/r: Dirk Riehle  
 Lehrende: Dirk Riehle

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Nailing your Thesis (PROJ) (SS 2020, Sonstige Lehrveranstaltung, 2 SWS, Dirk Riehle)  
 Nailing your Thesis (VUE) (SS 2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Dirk Riehle)

---

**Inhalt:**

This course teaches students how to perform scientific research for their final thesis or a research paper. The goal is to prepare students for a Bachelor or Master research thesis.

The course covers the following topics:

- Science and society
- The research process
- Exploratory research
- Confirmatory research
- Writing a thesis/paper
- The scientific community

Students can choose one or both of two components:

- VUE (lecture + exercise), 4 SWS, 5 ECTS. VUE combines lectures with homework and exercises. VUE is run as a 3h block.
- PROJ (small research project), 2 SWS, 5 ECTS. In PROJ, students perform a small research project, either individually or in teams. The available projects will be presented at the beginning of the course. Students perform the research, write a paper, and hold a presentation about their work.

If you only want to take OSS-NYT-PROJ please still come to OSS-NYT-VUE class on the first day to learn about the projects.

The overall schedule can be found at <https://goo.gl/VqoFO> . Please sign up for the course on StudOn (link accessible through schedule spreadsheet) as soon as possible.

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Understand how to perform research
- Understand how to write a research thesis

**Literatur:**

The syllabus, schedule, literature, and more can be found at <http://nythesis.com>

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweitfach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweitfach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Nailing your Thesis (VUE+PROJ 10-ECTS) (Prüfungsnummer: 917928)

(englische Bezeichnung: Nailing your Thesis (VUE+PROJ 10-ECTS))

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

- Exercise participation
- Homework assignments
- Project work

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Dirk Riehle

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Enterprise Computing (PraktEC)** **10 ECTS**  
(Enterprise Computing Lab Class)

Modulverantwortliche/r: Peter Wilke  
Lehrende: Peter Wilke

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: unregelmäßig
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Enterprise Computing (WS 2019/2020, Praktikum, 2 SWS, Peter Wilke)

---

**Inhalt:**

Das Praktikum richtet sich an Studierende, die einen Einblick in die betriebliche Datenverarbeitung bekommen wollen. Anhand von Problemstellung aus der Wirtschaft soll das Vorgehen und die Techniken in großen Software-Projekten beleuchtet werden.

Als Themen stehen zur Auswahl:

- Transaktionen Personalwirtschaft
- Technische Basis Personalwirtschaft
- Low-Code-Plattformen - Eine Alternative auch für die Entwicklung unter z/OS?
- Praktikum Softwareentwicklung Mainframe (IT-Security)
- Flexible Verwertung/Visualisierung von Monitoring Daten (bspw. mittels Jupyter)
- Aggregation der Detector Daten

Im StudOn haben wir detailliertere Beschreibungen dieser Themen hinterlegt:

Angebote

5. Tech

5.3 INF

INF 5 (Mustererkennung)

Enterprise Computing

Mainframe Programmierung

Enterprise Computing (Praktikum&Projekt) SS19

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Anwenden*

Der Lernende übt den sicheren Umgang mit Arbeitstechniken aus dem Bereich Unternehmensdatenverarbeitung.

*Evaluieren (Beurteilen)*

Im Anschluss ist der Lernende in der Lage System im Bereich der Unternehmensdatenverarbeitung zu evaluieren.

*Selbstkompetenz*

Durch Rückmeldung des Betreuers wird die Selbsteinschätzung geschärft.

*Sozialkompetenz*

Die Arbeit im Team wird geübt.

**Literatur:**

wird gerade zusammengestellt

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweitfach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweitfach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für

das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Enterprise Computing (Prüfungsnummer: 594684)

(englische Bezeichnung: Lab Class Enterprise Computing)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Es ist ein Labortagebuch zu führen und alle Arbeitsschritte sind zu dokumentieren. Das Arbeitsergebnis muss professionellen Standards genügen. Die Art der Dokumentation hängt vom Thema ab, denkbar sind z.B. in der Softwaretechnik übliche Diagramme, kommentierter Programmtext, funktionsfähiger Prototyp, Proof of Concept.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Peter Wilke

---

### **Organisatorisches:**

Das Praktikum findet in Kooperation mit Betrieben statt, die uns Einblick in ihre Datenverarbeitung geben. Gemeinsamer Jour Fixe ist Do 16:00 - max. 19 Uhr, die restliche Zeit arbeitet Ihr von Zuhause oder im Betrieb am Praktikumsprojekt.

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Enterprise Computing (PEC)** **10 ECTS**  
(Lab Class Enterprise Computing)

Modulverantwortliche/r: Peter Wilke  
Lehrende: Peter Wilke

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Enterprise Computing (SS 2020, Praktikum, 2 SWS, Peter Wilke)

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

**[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Enterprise Computing (Prüfungsnummer: 594684)

(englische Bezeichnung: Lab Class Enterprise Computing)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

In weekly meetings general feedback and suggestions for improvements will be presented. Participation is not obligatory.

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Peter Wilke

---

<b>Modulbezeichnung:</b> <b>Praktikum: Lego Mindstorms (PR-LM)</b> (Lab: Lego Mindstorms)	<b>10 ECTS</b>
Modulverantwortliche/r: Stefan Wildermann	
Lehrende: Stefan Wildermann	
Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.
	Turnus: jährlich (SS)
	Sprache: Deutsch oder Englisch

### Lehrveranstaltungen:

Praktikum: Lego Mindstorms (SS 2020, Praktikum, Stefan Wildermann)

### Inhalt:

Informatik befasst sich nicht nur mit der Programmierung von Desktop-Rechnern. Vielmehr können Computer in immer mehr Gegenständen unseres Alltags oder in bestimmten technischen Kontexten gefunden werden. Man spricht hier von eingebetteten Systemen.

Auch Roboter stellen solche eingebetteten Systeme dar. Ein Roboter erwacht durch sein Programm zum Leben. Die Programmierung von Robotern stellt einerseits eine Herausforderung dar. Andererseits ist sie aber auch mit viel Spaß verbunden.

In diesem Praktikum werden LEGO Mindstorms Roboter verwendet, die mittels der Sprache Java programmiert werden. Dazu wird das Betriebssystem leJOS verwendet. Ziel der Lehrveranstaltung ist es, ein praktisches Thema als Gruppe zu bearbeiten, Kenntnisse und Fertigkeiten in der Projektorganisation zu erwerben und die Fähigkeit der Problemlösung zu schulen.

### Lernziele und Kompetenzen:

#### *Fachkompetenz*

##### *Erschaffen*

- Die Studierenden erstellen Lösungsideen für die Projekte und implementieren diese in Java für Lego Mindstorms Roboter.

#### *Selbstkompetenz*

- Die Studierenden schätzen ihre Stärken ab, um eine geeignete Aufteilung innerhalb der Gruppe zu finden.

#### *Sozialkompetenz*

- Die Studierenden erarbeiten gemeinsam Projektpläne und -dokumentation im Themengebiet Robotik.
- Die Studierenden organisieren selbstständig die gemeinsame Durchführung des Projekts und führen diese kooperativ in Gruppen durch.

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### [1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

#### [2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Praktikum Lego Mindstorms (Prüfungsnummer: 278855)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Bewertung der Prüfungsleistung setzt sich zusammen aus 1/2 Arbeitsweise im Praktikum und 1/2 Dokumentation.

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Wdh.

1. Prüfer: Jürgen Teich

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Software Engineering: Verfahren und Werkzeuge (SWEPrak)** **10 ECTS**  
 (Lab course: software engineering: methods and tools)

Modulverantwortliche/r: Francesca Saglietti  
 Lehrende: Marc Spisländer, Xiaochen Wu

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 255 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Software Engineering in der Praxis (SS 2020, Übung, 3 SWS, Xiaochen Wu)

---

**Inhalt:**

In den praktischen Übungen werden Werkzeuge zur Entwicklung und zur Analyse komplexer Software vorgestellt, deren industrielle Einsetzbarkeit anschließend von den Teilnehmern anhand für die Praxis repräsentativer Aufgabenstellungen erprobt wird.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erläutern Potenzial und Grenzen unterschiedlicher Werkzeuge zur Unterstützung softwaretechnischer Tätigkeiten;
  - wenden unterschiedliche Werkzeuge an, um sowohl selbständig als auch in Teams Beispielaufgaben aus dem Bereich der objektorientierten Analyse, des objektorientierten Entwurfs, des Testens, des Beweisens und des Projektmanagements zu lösen;
  - erklären erstellte Lösungen und skizzieren mögliche Alternativen.
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

**[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Software Engineering in der Praxis (Prüfungsnummer: 102524)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Praktikumsleistung besteht aus einer Prüfung am Rechner. Für die Zulassung zu dieser Prüfung ist die Abnahme von 10 Aufgabenblättern erforderlich, die im Rahmen des Praktikums zu bearbeiten sind.

Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Francesca Saglietti

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Software Engineering: Verfahren und Werkzeuge (SWE-PR-10)** **10 ECTS**  
 (Practical Exercises Software Engineering: Methods and Tools)

Modulverantwortliche/r: Francesca Saglietti  
 Lehrende: Xiaochen Wu, Loui Al Sardy

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 270 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Software Engineering in der Praxis (WS 2019/2020, Übung, 3 SWS, Xiaochen Wu et al.)

---

**Inhalt:**

In den praktischen Übungen werden Werkzeuge zur Entwicklung und zur Analyse komplexer Software vorgestellt, deren industrielle Einsetzbarkeit anschließend von den Teilnehmern anhand für die Praxis repräsentativer Aufgabenstellungen erprobt wird.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erläutern Potenzial und Grenzen unterschiedlicher Werkzeuge zur Unterstützung softwaretechnischer Tätigkeiten;
  - wenden unterschiedliche Werkzeuge an, um sowohl selbständig als auch in Teams Beispielaufgaben aus dem Bereich der objektorientierten Analyse, des objektorientierten Entwurfs, des Testens, des Beweisens und des Projektmanagements zu lösen;
  - erklären erstellte Lösungen und skizzieren mögliche Alternativen.
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

**[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Software Engineering: Verfahren und Werkzeuge\_ (Prüfungsnummer: 301346)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Praktikumsleistung besteht aus einer Prüfung am Rechner. Für die Zulassung zu dieser Prüfung ist die Abnahme von 10 Aufgabenblättern erforderlich, die im Rahmen des Praktikums zu bearbeiten sind.

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Francesca Saglietti

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum angewandte Systemsoftwaretechnik (PASST)** **10 ECTS**  
 (Laboratory on Applied Systems Software Technology)

Modulverantwortliche/r: Jürgen Kleinöder

Lehrende: Tobias Langer, Maximilian Ott

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 150 Std.	Eigenstudium: 150 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

**ACHTUNG:** Die notwendigen Veranstaltungen fallen im Sommersemester 2020 aufgrund der Aussetzung aller Präsenzveranstaltungen aus. Das Modul ist somit nicht belegbar.

Praktikum angewandte Systemsoftwaretechnik (fällt aus) (SS 2020, Praktikum, Anwesenheitspflicht, Tobias Langer et al.)

---

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Systemprogrammierung

---

**Inhalt:**

Im Praktikum erlernen und verwenden die Studierenden verschiedene Techniken und Prozesse der systemnahen Softwareentwicklung im OpenSource-Umfeld. Nähere Informationen zum konkreten Inhalt in diesem Semester finden sich auf der unter "Weitere Informationen" verlinkten Veranstaltungsseite.

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Anwenden*

Die Studenten

- verstehen Kodierrichtlinien und sind in der Lage diese situationsgemäß anzuwenden

*Analysieren*

Die Studenten

- erkunden gegebenen Programmcode grossen Umfangs und hoher Komplexität
- bestimmen dessen Funktionalität und beschreiben und diskutieren dies

*Evaluiere (Beurteilen)*

Die Studenten

- beurteilen Qualität, Korrektheit und Richtlinienkonformität fremder Programme
- analysieren in Softwaresystemen, insbesondere dem Linux-Kernel auftretende Fehler und Situationsbilder und können solche bewerten und auf ihr Vorkommen testen
- evaluieren und verwenden geeignete Mittel zur Erkennung der Fehlerursachen
- verifizieren die korrekte Behebung eines erkannten Fehlers
- beschreiben, bewerten und kritisieren das eigene und das Vorgehen Dritter bei der Programmentwicklung, Fehlersuche und Integration

*Erschaffen*

Die Studenten

- planen und entwickeln USB-Geräte und Dateisystemtreiber für das Betriebssystem Linux
- planen und entwickeln systemnahe Programme zur Interaktion mit Geräten im Zusammenspiel mit den entwickelten Treibern
- konzipieren, planen und entwickeln systemnahe Software, Systemsoftware oder Bestandteile eines Betriebssystemkerns; erstellen Dokumentation und präsentieren ihr Vorgehen
- erstellen geeignete Maßnahmen (Patches) zur Behebung erkannter Fehler und Probleme
- erzeugen textuelle Beschreibungen der Fehlerbedingungen, -symptome und -ursachen, der Fehlersuche sowie des Patches nach Kriterien relevanter Open-Source-Projekte in englischer Sprache, die geeignet sind, solche Patches und Beschreibungen an diese Open-Source-Projekte weiterzugeben
- entwickeln vorbeschriebene Patches und Beschreibungen und reichen diese bei relevanten Open-Source-Projekten ein

- interagieren mit den externen Entwicklern dieser Projekte mit dem Ziel eingereichtes Material akzeptiert zu bekommen
- erstellen Analysen und Präsentationen eigener und fremder Arbeit und tragen diese in geeigneter Weise vor einem Fachpublikum vor

#### *Lern- bzw. Methodenkompetenz*

Die Studenten

- verwenden gängige Werkzeuge der Softwareentwicklung im Open-Source-Bereich wie git, gdb, kgdb, qemu/kvm und cscope
- verstehen deren Funktionsweise
- verwenden diese erfolgreich in internen Aufgaben und Projekten sowie in der Interaktion mit externen Entwicklern
- interpretieren Code im Hinblick auf dessen vorgesehene Funktion, mögliche Fehler, sinnvolle Erweiterungspunkte und Qualitätsaspekte
- stellen technische, methodische und soziale Sachverhalte geeignet dar

#### *Selbstkompetenz*

Die Studenten

- sind in der Lage mit Kritik und Änderungswünschen umzugehen
- überwinden Berührungängste im Kontakt mit externen Dritten
- bringen sich konstruktiv und produktiv in Open-Source-Projekte ein

#### *Sozialkompetenz*

Die Studenten

- organisieren selbständig die gemeinsame Bearbeitung der Übungsaufgaben und lösen diese kooperativ in kleinen Gruppen
- kommunizieren erfolgreich in englischer Sprache mit Betreuern und mit externen Entwicklern unter Einhaltung relevanter Protokolle im Open-Source-Umfeld
- gehen professionell mit Kritik an eigener Arbeit um und beziehen berechtigte Kritik in ihre zukünftige Arbeitsweise ein
- verhalten sich angemessen beim kritisieren fremder Arbeit gegenüber dem Ersteller dieser Arbeit oder Dritten
- erkennen und befolgen geschriebene und ungeschriebene Regeln im Umfeld relevanter Open-Source-Projekte; verhalten sich angemessen bei möglichen Konfliktsituationen

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

#### **[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum angewandte Systemsoftwaretechnik (Prüfungsnummer: 113845)

(englische Bezeichnung: Laboratory on Applied Systems Software Technology)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Es sind semesterbegleitend sechs Übungsaufgaben zu bearbeiten. In der vorlesungsfreien Zeit findet ein Blockpraktikum statt (2 Wochen, Programmierung und zwei Vorträge a ca. 15 Minuten). Arbeit in 2er-Teams.

Übungsaufgaben, Programmierung im Blockpraktikum und Vorträge werden bepunktet. Die Note ergibt sich auf Basis der erreichten Punkte. Gewichtung Übungsaufgaben/Blockpraktikum 40/60.

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Angabe  
1. Prüfer: Jürgen Kleinöder

---

---

**Modulbezeichnung:** **Software Architecture (VUE+PROJ 10-ECTS) (OSS-ARCH-VUE+PROJ)** **10 ECTS**  
 (Software Architecture (VUE+PROJ 10-ECTS))

Modulverantwortliche/r: Martin Jung, Dirk Riehle  
 Lehrende: Martin Jung, Dirk Riehle

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Software Architecture (PROJ) (SS 2020, Sonstige Lehrveranstaltung, 2 SWS, Martin Jung et al.)  
 Softwarearchitektur (SS 2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Martin Jung et al.)

---

**Inhalt:**

This course teaches students concepts, methods, and tools of software architecture.

Die Architektur eines Softwaresystems beschreibt die wesentlichen Komponenten des Systems, ihre Beziehungen und Struktur, sowie das Verhalten und die Dynamik der Beziehungen und Struktur dieser Komponenten. Dieser Kurs vermittelt in einer Vorlesung zunächst die folgenden Aspekte von Softwarearchitektur:

- Grundlegende Bausteine und ihre Beziehungen
- Softwarearchitekturbeschreibungssprachen
- Softwarearchitekturstile und -muster
- Bibliotheken, Rahmenwerke und Plattformen
- Formale sowie de-facto Industriestandards
- Die Softwarearchitekturen von Beispielsystemen
- Nicht technische Kriterien in der Architektur
- Werkzeuge für Softwarearchitekten
- Vorgehensmodelle der Softwarearchitektur
- Architekturgetriebene Entwicklung
- Die Rolle und Funktion der Softwarearchitektin

Studierende können eine oder beide von zwei Komponenten wählen:

- VUE (Vorlesung + Übungen), 4 SWS, 5 ECTS
- PROJ (kleines Projekt), 2 SWS, 5 ECTS. Die Projekte werden von unseren Industriepartnern bereitgestellt. Hier dokumentieren, analysieren und bewerten Studierende die Softwarearchitektur eines realen Softwaresystems. Diese verschiedenen Aspekte werden im Laufe des Semesters inkrementell abgearbeitet und am Ende dem Industriepartner in einer Präsentation vorgestellt.

Der Unterricht findet als 3h-Block während der Vorlesungszeit statt. Der Zeitplan befindet sich hier: <http://goo.gl/ZXJjg> . Der Zeitplan enthält auch einen Link auf den zur Veranstaltung gehörigen StudOn Kurs. Bitte registrieren Sie sich auf StudOn sobald wie möglich.

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Ganzheitliches Verständnis des Konzepts "Softwarearchitektur"
- Befähigung zur Bewertung, Auswahl und Konstruktion problemangemessener Architekturen
- Kenntnis architekturgetriebener Entwicklungsmethodik und entsprechender Werkzeuge
- Kenntnis der typischen Verantwortlichkeiten und der Methodik eines Softwarearchitekten

**Literatur:**

- <http://goo.gl/ou7mja>

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

**[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Software Architecture (VUE+PROJ 10-ECTS) (Prüfungsnummer: 359410)

(englische Bezeichnung: Software Architecture (VUE+PROJ 10-ECTS))

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

- Unterricht
- Hausaufgaben
- Mündliche Prüfung
- Projektarbeit

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Martin Jung, 2. Prüfer: Dirk Riehle

---

---

**Modulbezeichnung:** Supercomputing Lab (SC) (SuCoLab) 10 ECTS  
(Supercomputing Lab (SC))

Modulverantwortliche/r: Johannes Hofmann  
Lehrende: Johannes Hofmann

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 100 Std.	Eigenstudium: 200 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Supercomputing Lab (SC) (SS 2020, Praktikum, 8 SWS, Anwesenheitspflicht, Johannes Hofmann)  
Supercomputing Lab (SC) Exercises (SS 2020, Übung, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Johannes Hofmann)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Basic Knowledge of Linux, Grundkenntnisse im Umgang mit Linux

---

**Inhalt:**

Komponenten eines Supercomputers und deren Zusammenspiel  
Typische Anwendungen im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens und Höchstleistungsrechnens  
Optimierung von Anwendungen  
Administration, Monitoring, Debugging

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden...

- haben alle notwendigen Kompetenzen erworben um bei der Student Cluster Competition der SC teilzunehmen,
- können einem Cluster-Computer ingenieurmäßig planen und zusammenbauen,
- die besondere Hardware-Architekturen, die sich in HPC-Systemen finden, verstehen und konfigurieren,
- Applikationen installieren, messen & optimieren,
- den Zustand des Systems überwachen und es gegebenenfalls reparieren.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweitfach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweitfach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Supercomputing Praktikum (Prüfungsnummer: 182798)

(englische Bezeichnung: Student Cluster Competition)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Prüfungsleistung ergibt sich aus der Teilnahme am Praktikum.

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Wdh.

1. Prüfer: Johannes Hofmann

---

**Modulbezeichnung:** Supercomputing Praktikum (SuCoPra) 10 ECTS  
(Supercomputing Praktikum)

Modulverantwortliche/r: Alexander Ditter  
Lehrende: Alexander Ditter

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 100 Std.	Eigenstudium: 200 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Supercomputing Praktikum (SS 2020, Praktikum, 8 SWS, Alexander Ditter)  
Supercomputing-Praktikum Übung (SS 2020, Übung, Alexander Ditter)

---

**Inhalt:**

Im Rahmen des Supercomputing Praktikums werden die Studierenden auf die Teilnahme an der Student Cluster Competition (SCC) vorbereitet.

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Anwenden*

Die Funktionsweise verschiedener Cluster-Rechner kann verglichen, beschrieben und bewertet werden.

*Sozialkompetenz*

Die Studierenden lernen sich selbst in einem Team zu organisieren. Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Arbeitsleistung müssen von den Studierenden zu einem großen Teil selbst verwaltet werden.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweitfach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweitfach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Supercomputing Praktikum (Prüfungsnummer: 182798)

(englische Bezeichnung: Student Cluster Competition)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Prüfungsleistung ergibt sich aus der Teilnahme am Praktikum.

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Dietmar Fey

---

---

**Modulbezeichnung:** IoT Security (IoTSec) 10 ECTS  
(IoT Security)

Modulverantwortliche/r: Felix Freiling  
Lehrende: Philipp Klein

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: unregelmäßig
Präsenzzeit: 20 Std.	Eigenstudium: 280 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

IoT Security (WS 2019/2020, Praktikum, Felix Freiling et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Grundkenntnisse in Python

---

**Inhalt:**

Dieses Projekt wird in kleinen Teams bearbeitet. Jedes Team muss am Ende einen schriftlichen Bericht einreichen. Die Arbeit der einzelnen Teammitglieder muss hier klar ersichtlich sein.

Jedes Team erhält eine Reihe von IoT- und Smart-Home-Geräten. Diese sollen zunächst zu einem funktionierenden System verbunden werden. Im Anschluss wird detailliert für jedes Gerät betrachtet, welche Daten gespeichert, versendet und erhoben werden.

Zusammengefasster Inhalt:

- Einige Grundlagenvorlesungen zu IoT und Smart Home
- Verknüpfung von diversen IoT-Geräten
- Detaillierte Analyse von IoT-Geräten bezüglich Datenverkehr, Datenschutz und Usability
- Ausarbeitung und Anwendung von Angriffsszenarien auf IoT-Geräte

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Evaluieren (Beurteilen)*

Lernende können aufgrund Ihrer Erfahrung im Projekt bewerten, ob ein IoT-Gerät als "sicher" einzustufen ist. Diese Bewertung erfolgt entweder auf Grundlage von frei verfügbaren Daten oder über eine selbstständige Evaluation des Geräts.

*Selbstkompetenz*

Lernende können eigenständig, ohne Aufsicht und Anleitung, ein IoT-Gerät detailliert analysieren und zu festgelegten Zeitpunkten Ergebnisse vorweisen.

*Sozialkompetenz*

Lernende können in kleinen Teams effektiv und effizient zusammenarbeiten, die Arbeit gerecht verteilen und gemeinsam einen Bericht anfertigen.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

IoT Security (Prüfungsnummer: 31991)

(englische Bezeichnung: IoT Security)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Note setzt sich zusammen aus einer schriftlichen Ausarbeitung und Abschlussvorträgen

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Felix Freiling

---

**Organisatorisches:**

Die Anmeldung erfolgt persönlich beim Dozenten. Bitte dazu eine Mail an [cs1-websec@cs.fau.de](mailto:cs1-websec@cs.fau.de) schicken. Der Dozent (Philipp Klein) darf direkt geduzt werden.

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Mustererkennung (PME)** **10 ECTS**  
(Lab Class Pattern Recognition)

Modulverantwortliche/r: Andreas Maier

Lehrende: Andreas Maier, Vincent Christlein

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Mustererkennung (WS 2019/2020, Praktikum, Andreas Maier)

---

**Inhalt:**

At the Pattern Recognition Lab we offer project topics that are connected to our current research in the fields of pattern recognition & machine learning, medical image processing, and big data applications. Other than a course with fixed topic, project topics are defined individually. The 10 ECTS project is directed towards students of computer science. Also smaller 5 ECTS projects are available.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- arbeiten sich in komplexe Softwaresysteme ein und erweitern diese
  - lernen, eigenständig Lösungsvorschläge auszuarbeiten und umzusetzen
  - dokumentieren die von ihnen geschriebene Software
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Mustererkennung (Prüfungsnummer: 31961)

(englische Bezeichnung: Lab Class Pattern Recognition)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

The goal of this practical course is to familiarize the students with a Pattern Recognition System.

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Andreas Maier

---

---

**Modulbezeichnung:** **Product Management (VUE+PROJ 10-ECTS) (OSS-PROD-VUE+PROJ)** **10 ECTS**  
 (Product Management (VUE+PROJ 10-ECTS))

Modulverantwortliche/r: Dirk Riehle  
 Lehrende: Dirk Riehle

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Product Management (VUE) (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Dirk Riehle)  
 Product Management (PROJ) (WS 2019/2020, Sonstige Lehrveranstaltung, 2 SWS, Dirk Riehle)

---

**Inhalt:**

This course teaches students the concepts, methods, and tools of software product management. Product management is an important function in software development organizations. A product manager conceives and defines new products. His or her task is to understand the market incl. customers, to develop a product vision from that understanding, to translate it into product requirements, define those requirements on a by-feature basis and work with engineering to ensure these features are properly realized in the product under development.

- Role, tasks, and responsibilities of a product manager
- Process, methods, techniques and tools of product management
- Managing incremental/sustaining as well as disruptive innovation
- Open source product management; new trends in product management

Students can choose one or both of two components:

- VUE (lecture + homework), 2 SWS, 5 ECTS. VUE uses teaching cases as commonly used in MBA programs. The teaching cases are available for free at <http://pmbycase.com>.
- PROJ (small project), 2 SWS, 5 ECTS. In PROJ, students perform a small product management project, either individually or in teams. In such a project, students write a business plan for a market opportunity or a startup. There are two sources of projects: Those supplied by the professorship and those supplied by students. If we supply any projects, we will tell you about them in the first lecture. Student-supplied projects can be suggested by students to Prof. Riehle at least one week before class starts and must meet the requirements described here: <https://goo.gl/sNPi1i>

PROD projects are run as shared projects, in which all participants contribute and get to participate in the project results. Read more at <https://wp.me/pDU66-2p4>.

Class is run as two 90min blocks. The first block discusses the teaching cases. The second block is a coaching session for the projects (10 ECTS only).

The overall schedule can be found at <http://goo.gl/tTA10> . Please sign up for the course on StudOn (link accessible through schedule spreadsheet) as soon as possible.

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Understand the role, function, and responsibilities of a product manager
- Understand key concepts, methods, and tools of software product management
- Understand different business situations, incl. Incremental vs. disruptive innovation

**Literatur:**

- <http://goo.gl/41Dgsr>
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Product Management (Prüfungsnummer: 31981)

(englische Bezeichnung: Product Management (VUE+PROJ 10-ECTS))

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

- In-class participation
- Homework assignments
- Project work

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Dirk Riehle

---

---

**Modulbezeichnung:** **Hackerpraktikum (Bachelor) (HackBSc)** **10 ECTS**  
 (Hacking Lab (Bachelor))

Modulverantwortliche/r: Tilo Müller  
 Lehrende: Tilo Müller

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 50 Std.	Eigenstudium: 250 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Hackerpraktikum (Bachelor) (WS 2019/2020, Praktikum, Tilo Müller et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Interesse an IT-Sicherheit.
  - Bereitschaft, viel Zeit in das Praktikum zu investieren.
  - Programmierkenntnisse in C/Assembler und mindestens einer Skriptsprache (bspw. Python).
  - Linux-Kenntnisse.
  - Von großem Vorteil sind darüber hinaus Netzwerk-Kenntnisse und Vorkenntnisse im Bereich IT-Sicherheit.
- 

**Inhalt:**

In diesem Praktikum lernen die Teilnehmer den kritischen Umgang mit offensiver IT-Sicherheit. Es werden prinzipielle Angriffskonzepte erörtert und in einer abgeschotteten Umgebung gezielt zur Anwendung gebracht. Durch diese praktischen Erfahrungen aus der Sichtweise eines "Hackers" werden die Teilnehmer bzgl. sicherheitsrelevanten Fragen sensibilisiert und können die gewonnenen Erkenntnisse dann letztendlich auch zur Absicherung von Systemen einsetzen. Das Hackerpraktikum wird in 5 Übungsblätter zu je 3 Wochen aufgeteilt, wobei die folgenden Themen bearbeitet werden:

- Blatt 1: Netzwerksicherheit (Sniffing, Spoofing, WPA, ...)
- Blatt 2: Webhacking (SQL Injections, XSS, CSRF, ...)
- Blatt 3: Systemsicherheit (Rootkits, Privileges, Suid, ...)
- Blatt 4: Reverse Engineering (Cracking, Malware Analysis, ...)
- Blatt 5: Exploitation (Buffer Overflows, Shellcode, ASLR, ...)

Von den Übungen müssen insgesamt 2/3 und pro Blatt 1/2 der möglichen Punkte erreicht werden. Die Übungen sind in Einzelarbeit abzugeben. Neben den Übungsblättern halten jede Woche 2 Studenten gemeinsam einen Vortrag über das Thema des aktuellen Übungsblattes.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden können Schwachstellen in den vorgestellten Themenbereichen identifizieren und beschreiben. Sie können aktuelle Angriffs- und Verteidigungstechniken in konkreten Fällen auswählen und anwenden.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

**[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Hackerpraktikum (Prüfungsnummer: 31921)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Abgabe von Übungsblättern, eine Präsentation zum Thema eines Übungsblattes.

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Tilo Müller

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum: Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme (PR-EES)** **10 ECTS**

(Lab: Developing Cyber-Physical Embedded Systems)

Modulverantwortliche/r: Joachim Falk

Lehrende: Joachim Falk, Mehmet Akif Özkan

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 120 Std.

Eigenstudium: 180 Std.

Sprache: Deutsch oder Englisch

---

### Lehrveranstaltungen:

Praktikum: Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme (WS 2019/2020, Praktikum, 8 SWS, Joachim Falk)

---

### Inhalt:

Technische Systeme machen den Alltag immer angenehmer. Unsere Ansprüche steigen dabei stetig und so erwarten wir, dass unsere Geräte immer mehr Funktionen bieten, und gleichzeitig immer einfacher zu bedienen sind. Eingebettete Systeme, also spezialisierte Computer, die direkt in technische Systeme integriert sind, sind dabei seit Jahren das Mittel der Wahl, um unseren Geräten die benötigte Intelligenz zu verpassen. Es hat sich gezeigt, dass es immer wichtiger wird, dass diese Systeme noch mehr mit ihrer Umwelt - und vor allem dem Menschen - interagieren. Ein Paradebeispiel hierfür sind Fahrerassistenzsysteme in modernen Fahrzeugen. Derartige Systeme erhöhen nicht nur den Komfort, sondern vor allem auch die Sicherheit aktueller Automobile. Diese stark mit ihrer Umwelt interagierenden, eingebetteten Systeme nennt man auch Cyberphysical Systems. Das Praktikum „Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme“ behandelt die Entwicklung und Programmierung derartiger Systeme. In drei Abschnitten bietet das Praktikum Einblick in alle Phasen der Entwicklung eingebetteter Systeme. Dabei entwickeln wir ein Objekterkennungssystem, bei dem ein Objekt erkannt werden soll, um dessen Position zur Steuerung der von Ihnen entwickelten Software einzusetzen.

- In Phase I entwickeln wir Filter- und Objekterkennungsalgorithmen, mit deren Hilfe Objekte automatisch in einem Videostrom detektiert werden sollen. Das Erkennen soll möglichst zuverlässig und bei wechselnden Umgebungsbedingungen funktionieren.
- In Phase II portieren wir die entwickelten Algorithmen auf das eingebettete System. Wir verändern allerdings nicht die Programmierung eines Autos, sondern führen die Umsetzung anhand eines virtuellen Prototypen durch. Mittels des virtuellen Prototypen entscheiden wir dann, was in Software und was in Hardware implementiert werden soll.
- In Phase III testen wir unsere Entwicklungen auf einem realen System. Für diesen Zweck steht uns ein am Lehrstuhl entwickelter Demonstrator zur Verfügung. Dadurch lassen sich die entwickelten Filter auf einem realen System testen. Der Demonstrator verfügt über eine Kamera, die den Bereich vor dem Demonstrator überwacht. Die Kameradaten werden anschließend an die selbst entwickelten Module weitergeleitet. Diese erzeugen im Anschluss Steuersignale für einen Motor, der einen verfahrbaren Schlitten antreibt.

### Lernziele und Kompetenzen:

#### *Fachkompetenz*

##### *Wissen*

- Die Studierenden legen Konzepte des modellbasierten Entwurfs eingebetteter Systeme dar.

##### *Verstehen*

- Die Studierenden veranschaulichen die Hauptaufgaben beim Systementwurf auf verschiedenen Abstraktionsebenen von der Anwendung selbst, dem Gesamtsystem, bis hinunter zu einem Hardwaremodul.
- Die Studierenden schildern den Entwurf eines System von der Idee, über die Spezifikation bis zur Implementierung, der Analyse und letztendlich der Validierung an einem realen mechatronischen Versuchsaufbau.

##### *Anwenden*

- Die Studierenden setzen die Integration von digitalen Hardware- und Software-Komponenten um.
- Die Studierenden wenden die Programmiersprachen C/C++/SystemC für die Entwicklung von Hardware- und Software-Komponenten an.

#### *Selbstkompetenz*

- Die Studierenden schätzen ihre individuellen Stärken ab, um eine geeignete Aufteilung innerhalb der Gruppe festzulegen.

#### *Sozialkompetenz*

- Die Studierenden erarbeiten gemeinsam Schnittstellendefinitionen über Gruppengrenzen hinweg.
- Die Studierenden erarbeiten kooperativ in Gruppen Lösungskonzepte und implementieren diese gemeinsam.

---

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum: Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme (Prüfungsnummer: 716025)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Bewertung der Prüfungsleistung setzt sich zusammen aus 1/2 Arbeitsweise im Praktikum und 1/2 Abschlussvortrag.

Erstbelegung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: keine Wdh.

1. Prüfer: Jürgen Teich

---

<b>Modulbezeichnung:</b> NWERC Praktikum (i2NWERC) (NWERC Training)	<b>10 ECTS</b>	
Modulverantwortliche/r:	Michael Philippsen	
Lehrende:	Michael Baer, Paul Wild, Daniela Novac	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 210 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

### Lehrveranstaltungen:

NWERC Praktikum (WS 2019/2020, Praktikum, 8 SWS, Michael Baer et al.)

### Inhalt:

Programmierwettbewerbe wie der International Collegiate Programming Contest (ICPC) bieten eine Möglichkeit, die eigenen Programmier- und Teamfähigkeiten an einer Vielzahl algorithmischer Probleme zu testen. Dabei stammen die Aufgaben aus verschiedenen Gebieten, wie Geometrie, Kombinatorik, String-Verarbeitung und Zahlentheorie. Die Studierenden treten in 3er-Teams an, haben aber nur einen Computer zur Verfügung. Neben fachlichem Verständnis ist die Teamstrategie entscheidend für den Erfolg der Gruppe. Die Wettbewerbe werden auf drei Ebenen abgehalten:

- Lokal an jeder Universität. In Deutschland findet diese in der Regel im Sommer unter dem Namen "German Collegiate Programming Contest - GCPC" statt. An diesem Wettbewerb können alle Studierenden teilnehmen.
- Regional in weltweit mehr als 30 Regionalausscheidungen, zu denen jede Universität maximal 3 Teams entsenden darf. Die FAU nimmt am North Western European Regional Contest (NWERC) teil, bei dem jeweils im Herbst die besten Teams für das Finale ermittelt werden.
- Die World Finals finden im Frühling des darauffolgenden Jahres statt. Die zwei besten Teams jeder Region dürfen an den World Finals teilnehmen.

Dieses Praktikum richtet sich an Studierende, die bereits am lokalen Wettbewerb (GCPC) teilgenommen haben und sich dabei durch herausragende Leistung für die engere Auswahl qualifiziert haben, um für die FAU beim NWERC antreten zu dürfen. Das Praktikum setzt sich aus drei Komponenten zusammen:

- Teamcontests (Juni bis Mitte November): Über die gesamte Praktikumsdauer werden voraussichtlich 25 Probe-Wettbewerbe (die genaue Anzahl kann erst zu Semesterbeginn festgelegt werden), zu je 5 Stunden abgehalten. Die Studierenden trainieren dabei in 3er-Teams mit wechselnder Besetzung. Nach jedem Probe-Wettbewerb werden die Lösungsansätze der gestellten Aufgaben besprochen. Danach haben die Teilnehmer zwei Wochen lang die Möglichkeit, eigenständig erarbeitete Lösungen für ungelöste Aufgaben auf der zur Verfügung gestellten Plattform (DOMJudge) einzureichen. Eine Aufgabe wird als gültig eingestuft, wenn sie alle Testfälle in einer vorgegebenen Zeit bestanden hat. Alle eingereichten Lösungsversuche werden sofort und automatisch evaluiert. Die Studierenden erhalten eine entsprechende Rückmeldung und es dürfen beliebig viele Lösungsversuche eingereicht werden.
- Trainingslager (Anfang September): Anfang September findet ein 3-tägiges Trainingslager statt, bei dem anhand von weiteren Probe-Wettbewerben Teamstrategien trainiert werden. Die Übernachtungskosten werden von der Universität übernommen. Die Teilnehmer müssen nur für die Verpflegung aufkommen. Die Teilnahme am Trainingslager ist verpflichtend, um die Bewertung der Teamfähigkeit zu ermöglichen.
- Einzelcontests (bis Mitte September): Nach dem Trainingslager finden zwei 5-stündige Einzelwettbewerbe statt, an denen die Studierenden individuell teilnehmen und bewertet werden. Wie bei den Teamcontests werden die Aufgaben nachbesprochen und die Studierenden haben die Möglichkeit, Lösungen innerhalb von zwei Wochen nachzureichen.

Die Leistung und Teamfähigkeit entscheiden über die Teilnahmemöglichkeit am Wettbewerb auf regionaler Ebene (NWERC). Bis Mitte September, nach den Einzelcontests, werden die neun best geeigneten Studierenden ausgewählt. Diese dürfen in drei Teams am NWERC für die FAU teilnehmen. Die Teilnahme und Platzierung am NWERC beeinflusst die Benotung nicht.

### Lernziele und Kompetenzen:

## A - Methodenkompetenz

Die Studierenden

- bewerten verschiedene Algorithmen hinsichtlich ihrer Eignung für vorgegebene Problemstellungen
- priorisieren die Bearbeitung verschiedener Aufgaben, indem sie den Schwierigkeitsgrad und Umfang der zu erwartenden Lösung bewerten
- entwickeln eine Strategie, die benötigten Algorithmen in kurzer Zeit zu implementieren und anzupassen
- erarbeiten neue effiziente Algorithmen zur Lösung der Aufgaben und setzen diese schnell und fehlerfrei um
- testen/überprüfen eigenen und fremden Code und beheben selbständig dabei gefundene Fehler

## B - Selbst- und Sozialkompetenz:

Die Studierenden

- kennen die eigenen Stärken und Schwächen und setzen dieses Wissen bei der Auswahl und Priorisierung der zu bearbeitenden Aufgaben zielführend ein
- entwickeln gemeinsam eine Lösungsstrategie und unterstützen sich gegenseitig bei der Umsetzung
- arbeiten in Gruppen kooperativ und verantwortlich, halten sich an vereinbarte Regeln und gehen offen auf andere zu
- zeigen eine positive Grundhaltung anderen gegenüber, handeln partner- und situationsgerecht
- gehen mit Konflikten angemessen um und kommunizieren und handeln fair

## Literatur:

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-72547-5>

## Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

### [2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik | Praktikum Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

## Studien-/Prüfungsleistungen:

NWERC Praktikum (Prüfungsnummer: 31291)

(englische Bezeichnung: NWERC Training)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Modulnote setzt sich aus vier gleichwertigen Teilbewertungen zusammen:

- Anteil der gelösten Aufgaben aus den Teamcontests
- Teamfähigkeit während der gesamte Zeit
- Anteil der gelösten Aufgaben aus dem 1. Einzelcontest
- Anteil der gelösten Aufgaben aus dem 2. Einzelcontest

Die Teilnoten der Aufgabenlösungen errechnen sich anhand des Anteils der erfolgreich gelösten Aufgaben, wobei jeweils 70% der Aufgaben für das Bestehen der Teilleistung erforderlich sind.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstabllegung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Michael Philippsen

## Bemerkungen:

Die Sprache wird mit den Studierenden am Anfang der Veranstaltung abgestimmt.

---

**Modulbezeichnung:** Seminar Didaktik der Informatik (semDDI) 2.5 ECTS  
 (Seminar in Didactics of Computer Science)

Modulverantwortliche/r: Marc Berges  
 Lehrende: Marc Berges

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Seminar Didaktik der Informatik (WS 2019/2020, Seminar, 2 SWS, Anne-Kathrin Jäger)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Kenntnisse und Fertigkeiten, die im Modul Didaktik der Informatik I erworben wurden

---

**Inhalt:**

Aktuelle Forschungsfragen der Didaktik der Informatik unter besonderer Berücksichtigung der jeweiligen Schulform

- Anwendungen informatikbezogener Lehr-Lernprozesse
- Unterrichtsentwicklung mit Werkzeugen für informatische Bildungsgegenstände
- Methoden und Techniken des Lehrens und Lernens in formellen und informellen Kontexten der Informatik

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erwerben vertiefte Kenntnisse ausgewählter Theorie- und Forschungsansätze der Didaktik der Informatik
- analysieren, entwickeln und evaluieren Lehr-Lernprozesse des Informatikunterrichts unter besonderer Berücksichtigung der jeweiligen Schulform

*übernommen aus Prüfungsordnungsmodul Seminar Didaktik der Informatik*

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, informatische Bildungsprozesse an ausgewählten Beispielen auf wissenschaftlicher Grundlage zu gestalten und zu reflektieren. Sie

- diskutieren und erproben ausgewählte Forschungsansätze der Didaktik der Informatik
  - entwerfen Beispiele im Gegenstandsbereich
  - entwickeln und evaluieren informatische Lehr-Lernprozesse unter Berücksichtigung des angestrebten Lehramtsabschlusses
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Seminar Didaktik der Informatik (Prüfungsnummer: 32301)

(englische Bezeichnung: Seminar: Teaching Computer Science)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Modulnote ergibt sich zu gleichen Teilen aus Vortrag, praktischer Leistung und Seminararbeit.

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020  
1. Prüfer: Marc Berges

---

---

**Modulbezeichnung:** Theoretische Informatik für Wirtschaftsinformatik und Lehramtsstudierende (ThInfWiL) **5 ECTS**  
 (Theory of Informatics for Business Informatics and Student Teachers)

Modulverantwortliche/r: Stefan Milius  
 Lehrende: Stefan Milius, Tadeusz Litak

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 56 Std.	Eigenstudium: 94 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Theoretische Informatik für Wirtschaftsinformatik und Lehramt (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Stefan Milius)

Übung zu Theoretische Informatik für Wirtschaftsinformatik und Lehramt (SS 2020, Übung, 2 SWS, Tadeusz Litak)

Intensivübung zu Theoretische Informatik für Wirtschaftsinformatik und Lehramt (SS 2020, Übung, 2 SWS, Stefan Milius)

---

**Inhalt:**

Grundlegende Begriffe und Kernergebnisse der Automatentheorie, Berechenbarkeitstheorie und Komplexitätstheorie werden überblickhaft behandelt:

- endliche Automaten und reguläre Grammatiken und Sprachen
- Kellerautomaten, kontextfreie Grammatiken und Sprachen
- Turingmaschinen und berechenbare Funktionen
- Primitiv rekursive und mü-rekursive Funktionen
- LOOP- und WHILE-Berechenbarkeit
- Entscheidbare Sprachen und Unentscheidbarkeit
- Chomsky-Hierarchie
- Komplexitätsklassen P und NP
- NP-Vollständigkeit

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

Die Studierenden geben elementare Definitionen und Fakten zu formalen Sprachen und entsprechenden Maschinenmodellen und Grammatiken wieder.

*Verstehen*

Die Studierenden

- erklären grundlegende Konzepte der Begriffe der Automaten- und Berechenbarkeits- und Komplexitätstheorie.
- beschreiben Beispiele dieser Konzepte.
- erläutern grundlegende Konstruktionen, Algorithmen und wesentliche Resultate und entsprechende Beweise (z.B. Unentscheidbarkeit des Halteproblems).

*Anwenden*

Die Studierenden

- führen Konstruktionen auf vorgelegten Maschinen und Grammatiken und Sprachen durch (z.B. Automatenminiierung, Potenzmengen-Konstruktion, Chomsky-Normierung, CYK-Algorithmus).
- wenden grundlegende Beweisverfahren der theoretischen Informatik an (z.B. Induktionsbeweise, Pumping-Lemma, Reduktionen).

*Analysieren*

Die Studierenden

- analysieren formale Sprachen und ermitteln ihre Zugehörigkeit zu den Klassen der Chomsky-Hierarchie.
- untersuchen die Entscheidbarkeit von vorgelegten formalen Sprachen.

- analysieren die Komplexität eines Entscheidungsproblems und klassifizieren es als Problem in P, NP bzw. NP-vollständig.

#### *Lern- bzw. Methodenkompetenz*

Die Studierenden

- beherrschen das grundsätzliche Konzept des Beweises als hauptsächliche Methode des Erkenntnisgewinns in der theoretischen Informatik. Sie überblicken abstrakte Begriffsarchitekturen.
- vollziehen mathematische Argumentationen nach, erklären diese, führen diese selbst und legen sie schriftlich nieder.

#### *Sozialkompetenz*

Die Studierenden lösen Probleme in kollaborativer Gruppenarbeit und präsentieren erarbeitete Lösungen.

#### **Literatur:**

- U. Schöning: Theoretische Informatik - kurz gefasst, 5. Aufl., Spektrum 2008.
- J.E. Hopcroft, R. Motwani und J.D. Ullman: Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, 2. Aufl., Addison Wesley, 2001.

---

#### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik)

##### **[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Digitale Geistes- und Sozialwissenschaften (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

#### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Theoretische Informatik für Wirtschaftsinformatik und Lehramt (Prüfungsnummer: 34501)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstblegung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Stefan Milius

---

---

**Modulbezeichnung:** Einführung Fachdidaktik Physik (Lehramt nicht vertieft) (DDPNV-1) **3 ECTS**  
(Didactics of Physics)

Modulverantwortliche/r: Angela Fösel  
Lehrende: Angela Fösel

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 60 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Didaktik Einführungsvorlesung LANV (DDPNV-1) (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Angela Fösel)

---

**Inhalt:**

- Methoden und Formulierungen der Physik
- Schülervorstellungen aus entwicklungspsychologischer Sicht
- Lernprozesse
- Didaktische Rekonstruktion
- Vergleich etablierter Unterrichtskonzepte
- Zentrale Begriffe im Physikunterricht
- Moderne Physik im Unterricht
- Fachübergreifende Themen
- Experiment in Physik und im Physikunterricht
- Modellbildung
- Kompetenzmodelle
- Kompetenzfördernde Aufgaben
- Medien

**Lernziele und Kompetenzen:**

Absolventen des Moduls

- nennen häufig auftretende Schülervorstellungen und beschreiben, auch schulartspezifisch, deren Aufarbeitung,
- kennen bekannte Zirkelschlüsse, unbewusste Näherungen und Widersprüche im konventionellen Unterricht und zeigen Alternativen auf,
- planen, auch schulartspezifisch, den Einsatz von Schülerexperimenten und Demonstrationsexperimenten im Unterricht,
- kennen Möglichkeiten zur Integration moderner Forschungsergebnisse sowie fachübergreifender Themen in den Physikunterricht,
- kennen alternative Ansätze zum Einsatz von Modellen und zum Unterricht über Modelle,
- gehen mit physik-spezifischen Medien wie Simulationen und interaktiven Bildschirmexperimente um,
- hinterfragen erziehungswissenschaftliche Erkenntnisse über Sozialformen und Unterrichtsmethoden konkret in Bezug auf den Physikunterricht,
- geben wieder, dass der Lehrerberuf lebenslanges Lernen erfordert,

**Literatur:**

- Kircher, Girwidz, Häußler (Hrsg.): Physikdidaktik - Theorie und Praxis. Berlin:Springer, 2009 (oder ältere Auflagen)
  - H. F. Mikelskis: Physik-Didaktik, Berlin:Cornelsen 2006
  - S. Mikelskis-Seifert, T. Rabe: Physik-Didaktik, Berlin:Cornelsen 2007.
  - M. Wagenschein, Die pädagogische Dimension der Physik, Aachen:Hahner Verlagsgesellschaft,1995
  - R. Müller, R. Wodzinski, M. Hopf: Schülervorstellungen in der Physik, Köln:Aulis, 2007.
  - F. Herrmann: Der Karlsruher Physikkurs (Schülerbände Sek I + Lehrerband), Köln:Aulis, 2003
  - P. Grygier, J. Günther, E. Kircher (Hrsg): Über Naturwissenschaften lernen: Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule. Hohengehren:Schneider Verlag, 2007.
  - C. Hößle, D. Höttecke, E. Kircher (Hrsg.) Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften, Hohengehren:Schneider Verlag, 2004.
-

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

**[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung Einführung Fachdidaktik (Prüfungsnummer: 65301)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Angela Fösel

---

### **Bemerkungen:**

Alternativ zu DDPNV-1 kann auch DDP-1 für Lehramt an Gymnasien mit 5 ECTS besucht werden. MeinCampus ordnet bei bestandenem Modul 3 ECTS dem Bereich Physikdidaktik zu und 2 ECTS dem freien Bereich. DDP-1 wird abwechselnd in Nürnberg oder in Erlangen angeboten.

**Modulbezeichnung:** Einführung Fachdidaktik Physik (Lehramt nicht vertieft) (DDP-1) **5 ECTS**  
(Didactics of Physics)

Modulverantwortliche/r: Angela Fösel  
Lehrende: Angela Fösel

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

- Didaktik Einführungsvorlesung LANV (DDPNV-1) (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Angela Fösel)
- Didaktik Einführungsvorlesung LANV (DDPNV-1) + Grundlegende Experimentiertechnik (SS 2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Angela Fösel)
- Didaktik Einführungsvorlesung LANV (DDPNVG-1) (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Angela Fösel)
- Didaktik Einführungsvorlesung LANV (DDPNVG-1) + Grundlegende Experimentiertechnik (SS 2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Angela Fösel)
- Grundlegende Experimentiertechnik (SS 2020, Übung, 2 SWS, Angela Fösel et al.)
- Grundlegende Experimentiertechnik (SS 2020, Übung, 2 SWS, Angela Fösel et al.)

**Inhalt:**

**Vorlesung**

- Methoden und Formulierungen der Physik
- Schülervorstellungen aus entwicklungspsychologischer Sicht
- Lernprozesse
- Didaktische Rekonstruktion
- Vergleich etablierter Unterrichtskonzepte
- Zentrale Begriffe im Physikunterricht
- Moderne Physik im Unterricht
- Fachübergreifende Themen
- Experiment in Physik und im Physikunterricht
- Modellbildung
- Kompetenzmodelle
- Kompetenzfördernde Aufgaben
- Medien

**Grundlegende Experimentiertechnik**

- Sicherheit beim Experimentieren
- Netzgeräte
- elektrische Messtechnik
- Messwerterfassung mit dem Computer
- Linsenabbildungen
- Projektion
- Beugung
- Spektroskopie

**Lernziele und Kompetenzen:**

Absolventen des Moduls

- nennen häufig auftretende Schülervorstellungen und beschreiben, auch schulartspezifisch, deren Aufarbeitung,
- kennen bekannte Zirkelschlüsse, unbewusste Näherungen und Widersprüche im konventionellen Unterricht und zeigen Alternativen auf,
- planen, auch schulartspezifisch, den Einsatz von Schülerexperimenten und Demonstrationsexperimenten im Unterricht,
- kennen Möglichkeiten zur Integration moderner Forschungsergebnisse sowie fachübergreifender Themen in den Physikunterricht,
- kennen alternative Ansätze zum Einsatz von Modellen und zum Unterricht über Modelle,

- gehen mit physik-spezifischen Medien wie Simulationen und interaktiven Bildschirmexperimenten um,
- hinterfragen erziehungswissenschaftliche Erkenntnisse über Sozialformen und Unterrichtsmethoden konkret in Bezug auf den Physikunterricht,
- geben wieder, dass der Lehrerberuf lebenslanges Lernen erfordert,
- wählen Netzgeräte, Digitalmultimeter, Halogenlampen, für einen bestimmten Einsatzzweck,
- reparieren häufig defekt gehende Komponenten wie Sicherungen und Glühbirnen,
- versorgen Stationen für Schülerübungen mit einem zentralen Netzgerät,
- berücksichtigen Sicherheitsbestimmungen.

#### Literatur:

- Kircher, Girwidz, Häußler (Hrsg.): Physikdidaktik - Theorie und Praxis. Berlin:Springer, 2009 (oder ältere Auflagen)
- H. F. Mikelskis: Physik-Didaktik, Berlin:Cornelsen 2006
- S. Mikelskis-Seifert, T. Rabe: Physik-Didaktik, Berlin:Cornelsen 2007.
- J.-P. Meyn: Grundlegende Experimentiertechnik im Physikunterricht. München: Oldenbourg 2011.
- M. Wagenschein, Die pädagogische Dimension der Physik, Aachen:Hahner Verlagsgesellschaft,1995
- R. Müller, R. Wodzinski, M. Hopf: Schülervorstellungen in der Physik, Köln:Aulis, 2007.
- F. Herrmann: Der Karlsruher Physikkurs (Schülerbände Sek I + Lehrerband), Köln:Aulis, 2003
- P. Grygier, J. Günther, E. Kircher (Hrsg): Über Naturwissenschaften lernen: Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule. Hohengehren:Schneider Verlag, 2007.
- C. Höhle, D. Höttecke, E. Kircher (Hrsg.) Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften, Hohengehren:Schneider Verlag, 2004.

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

##### [2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Einführung Fachdidaktik (Prüfungsnummer: 65302)

(englische Bezeichnung: Introduction to teaching methodology)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Angela Fösel

---

#### Bemerkungen:

Alternativ zu DDPNV-1 kann auch DDP-1 für Lehramt an Gymnasien mit 5 ECTS besucht werden. MeinCampus ordnet bei bestandenen Modul 3 ECTS dem Bereich Physikdidaktik zu und 2 ECTS dem freien Bereich. DDP-1 wird abwechselnd in Nürnberg oder in Erlangen angeboten.

**Modulbezeichnung:** Hauptseminar LANV Experimente im Physikunterricht (DDP-2) **5 ECTS**

(Advanced Seminar: Experiments im Physics Classes)

Modulverantwortliche/r: Angela Fösel  
Lehrende: Angela Fösel

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 90 Std.              Eigenstudium: 60 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

**Gruppe 1**

Didaktische Gesichtspunkte bei der Durchführung von Demonstrations- und Schülerexperimenten (DDP-2) Gruppe 1 (WS 2019/2020, Hauptseminar, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Angela Fösel)

Didaktische Gesichtspunkte bei der Durchführung von Demonstrations- und Schülerexperimenten (DDP-2U) Gruppe 1 (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Angela Fösel)

**Gruppe 2**

Didaktische Gesichtspunkte bei der Durchführung von Demonstrations- und Schülerexperimenten (DDP-2) Gruppe 2 (WS 2019/2020, Hauptseminar, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Angela Fösel)

Didaktische Gesichtspunkte bei der Durchführung von Demonstrations- und Schülerexperimenten (DDP-2U) Gruppe 2 (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Angela Fösel)

**Gruppe 3**

Didaktische Gesichtspunkte bei der Durchführung von Demonstrations- und Schülerexperimenten (DDP-2) Gruppe 3 (WS 2019/2020, Hauptseminar, 3 SWS, Anwesenheitspflicht, Angela Fösel)

Didaktische Gesichtspunkte bei der Durchführung von Demonstrations- und Schülerexperimenten (DDP-2U) Gruppe 3 (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Angela Fösel)

**Inhalt:**

Diese Veranstaltung richtet sich an all diejenigen Studenten, die später in der Unterrichtspraxis Physikunterricht geben. Anhand konkreter Themen aus dem Lehrplan der Haupt- bzw. Realschule wird in dieser Veranstaltung die Planung, Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Lehrer- und Schülerexperimenten geübt. Eine Anleitung sowie eine Diskussion der Unterrichtskonzepte findet in der Begleitveranstaltung statt.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Planung, Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Lehrer- und Schülerexperimenten

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

**[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Hauptseminar Experimente im Physikunterricht (Prüfungsnummer: 65401)

(englische Bezeichnung: Advanced seminar on school physics experiments)

Prüfungsleistung, Referat und Hausarbeit

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Hausarbeit (ca. 8 bis 12 Seiten) zu einem Seminarvortragsthema

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: keine Angabe  
1. Prüfer: Angela Fösel

---

---

**Modulbezeichnung:** Seminar Experimente im Physikunterricht (DDP-2) 5 ECTS  
 (Seminar on physics experiments in secondary schools)

Modulverantwortliche/r: Jan-Peter Meyn  
 Lehrende: Jan-Peter Meyn

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Experimente im Physikunterricht (Kurs 1) (SS 2020, Hauptseminar, 2 SWS, Philipp Bitzenbauer)  
 Experimente im Physikunterricht (Kurs 2) (SS 2020, Hauptseminar, 2 SWS, Philipp Bitzenbauer)

---

**Inhalt:**

- Planung, Durchführung und Reflexion von Experimenten zu einem Themenbereich der Schulphysik
- Fachdidaktische Auseinandersetzung mit Schülerperspektive (insbesondere mit Präkonzepte) und mit Unterrichtskonzepten der betreffenden Themenbereiche.

Auswahl von Themen aus Akustik, Beugung und Interferenz, Brechung, elektromagnetische Wellen, Elektrostatik, Elektromotor, Freier Fall, Gase, Hydrodynamik, Induktion, Linsen, Magnetostatik, Naturkonstanten, Optische Geräte, Phasenübergänge, Polarisation, Reibung, Schwingkreise (elektrisch), Schwingungen + Wellen (mech.), Spiegel, Statik, Transformator, Wärmedehnung, Wärmemaschinen, Wärmetransport. Sonderthemen: Astronomie, Atomspektren, Farben, Historische Experimente, Hydrodynamik, Laser, LowCost-Messwerterfassung, Musikinstrumente, Physik im Kontext, Spielzeuge, Transistoren.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Absolventen des Moduls

- kennen die Rolle des Experiments im Physikunterricht
- kennen didaktische und methodische Möglichkeiten des Einsatzes von Experimenten im Unterricht,
- bauen Schulexperimente nach Literaturvorschlägen auf und optimieren diese eigenständig in Hinblick auf fachliche und didaktische Kriterien,
- respektieren die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und kommunizieren kritische Punkte,
- beurteilen die Messgenauigkeit von quantitativen Demonstrationsexperimenten,
- kennen spezifische Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten der einzelnen Fachthemen und berücksichtigen sie bei der Planung von Schulexperimenten,
- geben fachlich und didaktisch fundierte Rückmeldung zu Präsentationen,
- setzen Kritik an eigener Präsentation im Kontext eines anderen Themas um.

**Literatur:**

- Meyn, Jan-Peter: Grundlegende Experimentiertechnik im PU, München: Oldenbourg 2013
- Schecker et al.: Schülervorstellungen und Physikunterricht, Berlin: Springer 2018
- Kuhn, Wilfried: Handbuch der experimentellen Physik Sek. I und Sek II, Köln: Aulis 1993
- Hilscher Hrsg.: Freihandexperimente, Köln: Aulis 2004
- Zeitschriftenartikel, insbesondere aus Physics Teacher, Physics Education, Eur. J. Phys, Am. J. Phys.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Hauptseminar Experimente im Physikunterricht (Prüfungsnummer: 65401)

(englische Bezeichnung: Advanced seminar on school physics experiments)

Prüfungsleistung, Seminarleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Hausarbeit (ca. 8-12 Seiten) zu einem Seminarvortragsthema

Erstbelegung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Jan-Peter Meyn

---

**Modulbezeichnung: Quantenphysik (QPNV)** **5 ECTS**  
(Quantum Physics)

Modulverantwortliche/r: Jan-Peter Meyn  
Lehrende: Günter Zwicknagel

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 45 Std.      Eigenstudium: 105 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Quantenphysik LANV/Optik und Quanteneffekte (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Günter Zwicknagel)  
Übungen zur Vorlesung Quantenphysik (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Günter Zwicknagel)

**Inhalt:**

1. Situation vor Etablierung der Quantenphysik am Ende des 19. Jh. und Anfang des 20. Jh.
  - (a) Errungenschaften und offene Fragen der klassischen Physik
  - (b) Neue Befunde zur Licht-Materie-Wechselwirkung, Welleneigenschaften des Elektrons
2. Quantennatur des Lichts
  - (a) Wellencharakter des Lichts, Beugung und Interferenz am Einfach- und Mehrfachspalt
  - (b) Teilchencharakter des Lichts: Fotoeffekt, Photonhypothese, Energie und Impuls des Photons, Compton-Effekt
  - (c) Strahlung des schwarzen Körpers: Experimentelle Befunde und Erklärungsversuche im Rahmen der klassischen Physik Wellen/Moden im Hohlraum als Ensemble von harmonischen Oszillatoren Quantenhypothese und Plancksches Strahlungsgesetz
3. Materiewellen
  - (a) Welleneigenschaften des Elektrons
  - (b) Materiewellen, De Broglie Wellenlänge, Interferenz von Atomen/Molekülen (z.B. C60)
  - (c) Interferenzexperimente mit einzelnen Quantenobjekten (Elektronen, Photonen): Doppelspaltexperimente, Welle-Teilchen Dualismus, stochastische Messergebnisse Strahlteiler und Interferometer
  - (d) Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Wellenfunktionen
  - (e) Messungen an Quantenobjekten, Veränderung des Zustandes durch Messung
  - (f) Unbestimmtheitsrelation, Konsequenzen für gebundene Zustände
4. Quantennatur der Atome, quanten hafte Energieaufnahme/-abgabe
  - (a) Linienspektren, Röntgenspektren, Franck-Hertz Versuch
  - (b) Existenz diskreter Energiezustände der Atome, Bohrsches Atommodell
5. Schrödingergleichung
  - (a) Wellengleichungen in der klassischen Physik
  - (b) Wellengleichung für Materiewellen: Zeitabhängige Schrödingergleichung
  - (c) Freies Teilchen, Wellenpakete
  - (d) Stationäre Schrödingergleichung
  - (e) Zustände/Eigenfunktionen eindimensionaler Systeme: Gebundene Zustände: Potentialtopf mit unendlich hohen Wänden, endlich tiefer Topf Streuzustände Reflexion und Transmission an Potentialstufen/-barrieren, Resonanzen, Tunneleffekt
  - (f) Harmonischer Oszillator (1D)
  - (g) 3D-Potentialtöpfe, 3D harmonischer Oszillator
  - (h) Wellenfunktionen, Orbitale und Quantenzahlen des Wasserstoffatoms

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erläutern und erklären die experimentellen Grundlagen und die quantitativ-mathematische Beschreibung der Quantenphysik gemäß den detaillierten Themen im Inhaltsverzeichnis
- wenden die physikalischen Gesetze und jeweiligen mathematischen Methoden auf konkrete Problemstellungen an

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Quantenphysik: Optik und Quanteneffekte (Prüfungsnummer: 64901)

(englische Bezeichnung: Quantum physics: Optics and quantum phenomena)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: WS 2019/2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Günter Zwicknagel

---

---

**Modulbezeichnung:** **Struktur der Materie 1 (SMNV-1)** **7.5 ECTS**  
(Structure of Matter 1)

Modulverantwortliche/r: Thilo Michel, Dozenten der experimentellen Physik  
Lehrende: Thilo Michel

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 75 Std.	Eigenstudium: 150 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Struktur der Materie 1 (SS 2020, Vorlesung, 3 SWS, Thilo Michel)  
Übungen zur Struktur der Materie 1 (SS 2020, Übung, Thilo Michel)

---

**Inhalt:**

Das Modul behandelt folgende Bereiche der Physik:

- Wiederholung bzw. Vertiefung quantenphysikalischer Effekte (Photo-Effekt, Compton-Effekt, Welle-Teilchen-Dualismus, etc.)
- Lösung der Schrödinger-Gleichung für einfache Probleme (unendlich und endlich hoher Potentialtopf, harmonischer Oszillator, Tunnel-Effekt, ...)
- Atomphysik (Lösung der Schrödinger-Gleichung für das H-Atom, Einführung des Spins, Atome mit mehreren Elektronen, Aufbau des Periodensystems, Atomspektren)

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erwerben fundamentale Kenntnisse der Physik der Materie auf dem Niveau für Lehramtskandidaten (nicht vertieft studiert) und Nebenfächler
- lernen die quantenphysikalische Denkweise kennen
- erwerben die Fähigkeit, selbstständig Aufgaben aus den Bereichen der Vorlesung zu lösen
- sind am Schluss qualifiziert, Aufgaben auf dem Niveau des Staatsexamens im Fach Physik (nicht vertieft studiert) in der Einzelprüfung „Aufbau der Materie“ lösen zu können

**Literatur:**

- Beiser, *Atome, Moleküle, Festkörper*, Vieweg, 1983
- M. Alonso, E.J. Finn, *Quantenphysik und Statistische Physik*, Oldenbourg

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

**[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung und Übung Struktur der Materie 1 (Prüfungsnummer: 65001)

(englische Bezeichnung: Lecture/Tutorial: Structure of Matter 1)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Thilo Michel

---

**Modulbezeichnung:** **Struktur der Materie 2 (SMNV-2)** **7.5 ECTS**  
(Structure of Matter 2)

Modulverantwortliche/r: Thilo Michel, Dozenten der experimentellen Physik  
Lehrende: Thilo Michel

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 75 Std.      Eigenstudium: 150 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Struktur der Materie 2 (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Thilo Michel)  
Übungen zur Struktur der Materie 2, LANV (SMNV-2) (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Thilo Michel et al.)

**Inhalt:**

1. Die chemische Bindung (kovalente Bindung, das Molekülion  $H_2^+$ , das Molekül  $H_2$ , ionische Bindung)
2. Molekülstruktur (Valenz-Bindungs-Methode, Molekülorbitale, Elektronegativität)
3. Molekülspektren (Energieniveaus und Spektren von Schwingungen und Rotationen zweiatomiger Moleküle, Spektren bei Übergängen von Elektronen)
4. Bindungen und Strukturen im Festkörper (amorphe Festkörper, Ionenkristalle, Kristalle mit kovalenten Bindungen, Van-der-Waals Kräfte, Wasserstoffbrückenbindung, metallische Bindung, Bravais-Gitter, Kristallstrukturen, Atomradien, Defekte)
5. Spezifische Wärme von Festkörpern (Boltzmann-, Bose-Einstein-, Fermi-Dirac-Verteilung, spezifische Wärme, Theorie von Debye, Fermi-Energie)
6. Bändermodell (Valenz- und Leitungsband, Leiter, Halbleiter, Isolatoren, ohmsches Gesetz, pn-Übergang, Anwendungen)
7. Kernphysik (Aufbau von Atomkernen, Nuklide, Bindungsenergie, Kernmodelle, Weizsäcker-Massenformel, Schalenmodell, Kernpotential, Zerfallsgesetz, Alpha-, Beta-Zerfall, Gammastrahlung, natürliche Zerfallsreihen, C14-Methode, Kernspaltung, Kernfusion)
8. Teilchenphysik (Leptonen, Quarks, Austauschteilchen, Feynman-Diagramme, elektromagnetische Wechselwirkung, schwache Wechselwirkung, starke Wechselwirkung, Farbladung, Mesonen, Baryonen, Erhaltungssätze und Quantenzahlen)

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erwerben fundamentale Kenntnisse der Physik der Materie auf dem Niveau für Lehramtskandidaten (nicht vertieft studiert) und Nebenfächler
- lernen die quantenphysikalische Denkweise kennen
- erwerben die Fähigkeit, selbstständig Aufgaben aus den Bereichen der Vorlesung zu lösen
- sind am Schluss qualifiziert, Aufgaben auf dem Niveau des Staatsexamens im Fach Physik (nicht vertieft studiert) in der Einzelprüfung „Aufbau der Materie“ lösen zu können

**Literatur:**

- Beiser, *Atome, Moleküle, Festkörper*, Vieweg, 1983
- M. Alonso, E.J. Finn, *Quantenphysik und Statistische Physik*, Oldenbourg

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung und Übung Struktur der Materie 2 (Prüfungsnummer: 65101)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: WS 2019/2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Thilo Michel

---

---

**Modulbezeichnung:** Vertiefungsmodul zur Physikdidaktik: Physik mit dem Raspberry Pi (DDPNV-36) 4 ECTS  
 (Physics using a Raspberry Pi)

Modulverantwortliche/r: Angela Fösel  
 Lehrende: Angela Fösel

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 60 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Physik mit dem Raspberry Pi; DDPNV-36 (SS 2020, Hauptseminar, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Angela Fösel)  
 Übung zu "Physik mit dem Raspberry Pi" (SS 2020, Übung, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Angela Fösel et al.)

---

**Inhalt:**

In diesem Seminar mit Übung setzen sich die Studierenden intensiv mit dem Microcontroller "Raspberry Pi" auseinander: Eingesetzt in Kombination mit verschiedensten Sensoren stellt er ein extrem kostengünstiges und dennoch hochwertiges Messwerterfassungssystem (MWE-System) für den Physikunterricht dar. Unter Anleitung erlernen die Studierenden in diesem Modul die Fachkompetenz im Umgang mit einem solchen Low Cost-High Tech-Messwerterfassungssystem. Programmierkenntnisse sind nicht erforderlich; Unterstützung beim Arbeiten mit (einfachen!) Programmen zur Ansteuerung der Sensoren bekommen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer durch eine studentische Hilfskraft mit entsprechender Expertise. Methodenkompetenz, insbesondere eine schülergerechte Aufbereitung für den Physikunterricht, ist ebenfalls Inhalt des Moduls. Liste möglicher thematischer Aspekte:

- Konfiguration des Raspberry Pi
- Ansteuerung und Auslese verschiedenster Sensoren
- Registrierung physikalischer Größen (z.B. Temperatur, Druck, Kraft, Schalldruckpegel)
- Methoden der Einbindung des Low Cost-High Tech-Messwerterfassungssystems in den Physikunterricht bzw. in den PCB-Unterricht

Die Hausarbeit wird im Team angefertigt und dient der Dokumentation und Präsentation von Arbeitsergebnissen, die unter Berücksichtigung der Regeln wissenschaftlichen Arbeitens gewonnen wurden. Es werden Forscherfragen formuliert und in einen fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Kontext eingeordnet. Je Forscherfrage:

- Dokumentation der Planung des Experiments/der Experimente
- Dokumentation der Durchführung des Experiments/der Experimente
- Präsentation der Messergebnisse, typischerweise in grafischer Form (einschließlich Fehlerrechnung)
- Interpretation der Messungen

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden:

- entwickeln die Fähigkeit, den Microcontroller Raspberry Pi für einen Einsatz als MWE-System zu konfigurieren
- entwickeln die Fähigkeit, mithilfe des Raspberry Pi verschiedenste Sensoren anzusteuern und auszulesen
- lernen eine kostengünstige und dennoch hochwertige Möglichkeit der Messwerterfassung kennen
- entwickeln die Fähigkeit, ein Raspberry Pi-basiertes Low Cost-High Tech-MWE-System zu kalibrieren und somit physikalische Größen zu registrieren
- lernen Methoden der Einbindung eines Raspberry Pi-basierten MWE-Systems in den Physikunterricht bzw. PCB-Unterricht kennen

**Literatur:**

[1] Fösel A. Low Cost - High Fun. Messwerterfassung mit dem Raspberry Pi., Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule - 66(2) (2017), S. 38-45. Aulis Verlag. München, 2017.

- [2] Theis, Thomas. Einstieg in Python. Rheinwerk Verlag. 5., aktualisierte Auflage. Bonn, 2017.  
[3] Kofler, Michael. Raspberry Pi. Rheinwerk Verlag. 4., aktualisierte Auflage. Bonn, 2017.  
[4] Bartmann, E. Die elektronische Welt mit Raspberry Pi entdecken, O'Reilly Verlag. Köln, 2013.
- 

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vertiefungsmodul Physikdidaktik: Physik mit dem Raspberry Pi (Prüfungsnummer: 65601)

(englische Bezeichnung: Physics using a Raspberry Pi)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Dokumentation (Hausarbeit) im Umfang von 8 bis 10 Seiten

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Angela Fösel

---

### **Bemerkungen:**

Alternativ zu DDPNV-3 kann auch DDP-3 für Lehramt an Gymnasien mit 5 ECTS besucht werden. MeinCampus ordnet bei bestandenem Modul 4 ECTS dem Bereich Physikdidaktik zu und 1 ECTS dem freien Bereich.

---

**Modulbezeichnung:** Vertiefungsmodul zur Physikdidaktik: Physik mit dem Raspberry Pi (DDP-36) 5 ECTS  
 (Physics using a Raspberry Pi)

Modulverantwortliche/r: Angela Fösel  
 Lehrende: Angela Fösel

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Physik mit dem Raspberry Pi; DDP-36 (SS 2020, Hauptseminar, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Angela Fösel)  
 Übung zu "Physik mit dem Raspberry Pi" (SS 2020, Übung, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Angela Fösel et al.)

---

**Inhalt:**

In diesem Seminar mit Übung setzen sich die Studierenden intensiv mit dem Microcontroller "Raspberry Pi" auseinander: Eingesetzt in Kombination mit verschiedensten Sensoren stellt er ein extrem kostengünstiges und dennoch hochwertiges Messwerterfassungssystem (MWE-System) für den Physikunterricht dar. Unter Anleitung erlernen die Studierenden in diesem Modul die Fachkompetenz im Umgang mit einem solchen Low Cost-High Tech-Messwerterfassungssystem. Programmierkenntnisse sind nicht erforderlich; Unterstützung beim Arbeiten mit (einfachen!) Programmen zur Ansteuerung der Sensoren bekommen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer durch eine studentische Hilfskraft mit entsprechender Expertise. Methodenkompetenz, insbesondere eine schülergerechte Aufbereitung für den Physikunterricht, ist ebenfalls Inhalt des Moduls. Liste möglicher thematischer Aspekte:

- Konfiguration des Raspberry Pi
- Ansteuerung und Auslese verschiedenster Sensoren
- Registrierung physikalischer Größen (z.B. Temperatur, Druck, Kraft, Schalldruckpegel)
- Methoden der Einbindung des Low Cost-High Tech-Messwerterfassungssystems in den Physikunterricht bzw. in den PCB-Unterricht

Die Hausarbeit wird im Team angefertigt und dient der Dokumentation und Präsentation von Arbeitsergebnissen, die unter Berücksichtigung der Regeln wissenschaftlichen Arbeitens gewonnen wurden. Es werden Forscherfragen formuliert und in einen fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Kontext eingeordnet. Je Forscherfrage:

- Dokumentation der Planung des Experiments/der Experimente
- Dokumentation der Durchführung des Experiments/der Experimente
- Präsentation der Messergebnisse, typischerweise in grafischer Form (einschließlich Fehlerrechnung)
- Interpretation der Messungen

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden:

- entwickeln die Fähigkeit, den Microcontroller Raspberry Pi für einen Einsatz als MWE-System zu konfigurieren
- entwickeln die Fähigkeit, mithilfe des Raspberry Pi verschiedenste Sensoren anzusteuern und auszulesen
- lernen eine kostengünstige und dennoch hochwertige Möglichkeit der Messwerterfassung kennen
- entwickeln die Fähigkeit, ein Raspberry Pi-basiertes Low Cost-High Tech-MWE-System zu kalibrieren und somit physikalische Größen zu registrieren
- lernen Methoden der Einbindung eines Raspberry Pi-basierten MWE-Systems in den Physikunterricht bzw. PCB-Unterricht kennen

**Literatur:**

[1] Fösel A. Low Cost - High Fun. Messwerterfassung mit dem Raspberry Pi., Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule - 66(2) (2017), S. 38-45. Aulis Verlag. München, 2017. [2] Theis,

Thomas. Einstieg in Python. Rheinwerk Verlag. 5., aktualisierte Auflage. Bonn, 2017. [3] Kofler, Michael. Raspberry Pi. Rheinwerk Verlag. 4., aktualisierte Auflage. Bonn, 2017. [4] Bartmann, E. Die elektronische Welt mit Raspberry Pi entdecken, O'Reilly Verlag. Köln, 2013.

---

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vertiefungsmodul Physikdidaktik: Physik mit dem Raspberry Pi (Prüfungsnummer: 65602)

(englische Bezeichnung: Physics using a Raspberry Pi)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Dokumentation (Hausarbeit) im Umfang von 8 bis 10 Seiten

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Angela Fösel

---

### **Bemerkungen:**

Alternativ zu DDPNV-3 kann auch DDP-3 für Lehramt an Gymnasien mit 5 ECTS besucht werden. MeinCampus ordnet bei bestandenem Modul 4 ECTS dem Bereich Physikdidaktik zu und 1 ECTS dem freien Bereich.

**Modulbezeichnung:** Fachdidaktische Erkundung des Deutschen Museums (GDP-61 (LANV)) 5 ECTS  
(Exploration of the German Technical Museum)

Modulverantwortliche/r: Angela Fösel  
Lehrende: Angela Fösel

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 100 Std.      Eigenstudium: 50 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Fachdidaktische Erkundung des Deutschen Museums (WS 2019/2020, Seminar, Anwesenheitspflicht, Angela Fösel et al.)

**Inhalt:**

Das Modul erlaubt anhand eines einwöchigen Aufenthalts im Kerschensteiner Kolleg des Deutschen Museums in München eine Einführung in der Geschichte der Naturwissenschaft und Technik mit Schwerpunkt Physik:

Orientiert an thematischen Schwerpunkten führen Kuratoren des Deutschen Museums die Studierenden durch Ausstellungen oder Abteilungen des Deutschen Museums und diskutieren exemplarisch relevante Fragestellungen der Naturwissenschaftsgeschichte. Geeignete Themen hierzu werden im Vorfeld vom Modulverantwortlichen in Absprache mit den entsprechenden Kuratoren des Museums ausgewählt und vorbereitet.

Liste möglicher Themen:

- Luftfahrt und Flugphysik
- Leonardo da Vinci - Vorbild Natur
- Vom Lesestein zum Mikroskop
- Ortung und Navigation in der Schifffahrt
- Historische Musikinstrumente
- Zeitmessung
- Geodäsie
- Schwarze Kunst: Drucken
- Energie und Mobilität - Elektromobilität zwischen Wunsch und Wirklichkeit

Vor Ort im Museum wie auch in Nachbereitung der Exkursion erarbeiten sich die Studierenden unter Anleitung des Dozenten Möglichkeiten der Einbindung des Besuchs eines „Museums der Naturwissenschaft und Technik“ in den Physikunterricht und stellen diese im Seminar vor.

Liste möglicher Themen:

- Wissenschaftsgeschichte in der Fachdidaktik und im Physikunterricht
- Modellbildung im Physikunterricht
- Methodenwerkzeuge für den Besuch eines Museums mit Schulkassen

Unter der Leitung der Physik/FAU nehmen an der Exkursion vor Ort ebenfalls studentische Gruppen der Universitäten Graz und Pilsen teil, so dass das Modul einen internationalen Charakter hat.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- entwickeln ein Verständnis für Wissenschaftsgeschichte
- entwickeln Fähigkeiten zur Umsetzung von Wissenschaftsgeschichte im Physikunterricht
- lernen Methoden der Modellbildung in der Physik und im Physikunterricht kennen
- erfahren ein Verständnis für die Wirkung sehr gut wie auch weniger gut geeigneter Modelle auf jugendliche Museumsbesucher
- können selbst einfache Modelle entwickeln im Hinblick auf eine Veranschaulichung von Aufbau oder Funktionsweise physikalisch relevanter Aspekte
- lernen geeignete Methodenwerkzeuge für einen Besuch eines Museums mit einer Schulklasse kennen

**Literatur:**

- Leisen, Josef. *Wissenschaftsgeschichte in der Fachdidaktik und im Unterricht. Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 4 (1981), 155 -162.

- Becker, Franz Josef E. u. a. (Hrsg.). *Lernen, Erleben, Bilden im Deutschen Museum - Naturwissenschaft und Technik für Studiengruppen*. Deutsches Museum 2001.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

**[2] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Physik)

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Fachdidaktische Erkundung des Deutschen Museums (Prüfungsnummer: 486484)

Prüfungsleistung, Seminarleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Hausarbeit ca. 10 Seiten

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Angela Fösel

---

---

**Modulbezeichnung:** **Fachdidaktik der Metalltechnik II (FDMT 2)** **5 ECTS**  
(Didactics of Metal Technology II)

Modulverantwortliche/r: Robert Reitberger  
Lehrende: Robert Reitberger, Martin Siegert

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Fachdidaktik der Metalltechnik II (WS 2019/2020, Seminar, Robert Reitberger et al.)

---

**Inhalt:**

Analyse eines Lernfeldes am Beispiel Technische Produktdesigner

**Lernfeld**

Datensätze und Dokumentationen für technische Systeme der automatisierten Fertigung erstellen und modifizieren bzw.

**Lernfeld**

3D-Datensätze von Baugruppen unter Berücksichtigung von Fügeverfahren und Montagetechniken erstellen und modifizieren

- Ableitung von Lernsituationen und Lehr-Lern-Arrangements
- Elemente einer vollständigen Handlung
- Unterrichtsmethoden, Sozialformen, Unterrichtsmedien
- Handlungsorientiertes - selbstreguliertes Lernen
- Ergebnissicherung
- Evaluation

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- planen, entwickeln und evaluieren Lernsituationen nach dem Konzept der vollständigen Handlung
- analysieren dazu bestehende Lehr-Lern-Arrangements im Bereich der angegebenen Lernfelder
- lernen, basierend auf den eigenen Erfahrungen konkrete Lehr-Lern-Arrangements mit Unterrichtsmitteln bzw. Simulationssoftware kennen.
- erarbeiten Lehr-Lernarrangements unter Verwendung des Repertoires an Methoden, Medien und Sozialformen, um dadurch eigenverantwortliches, handlungsorientiertes Lernen zu implementieren.
- erproben und evaluieren ihre Lehr-Lern-Arrangements in realen Unterrichtssituationen (bei geeigneter Anzahl an Studierenden)
- 

**Literatur:**

Lehrplanrichtlinien für die Berufsschule  
Technischer Produktdesigner/Technische Produktdesignerin  
Unterrichtsfächer: Planung und Konstruktion  
Jahrgangsstufen 10 und 13

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

- [1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**  
(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Metalltechnik)
  - [2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**  
(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto)
- 

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Fachdidaktik Metalltechnik II (Prüfungsnummer: 44921)

(englische Bezeichnung: Didactics of Metal Technology II)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

- mündliche Prüfung 20 min
  - Studienarbeit: Erstellen eines Lehr-Lern-Arrangements
- Berechnung der Modulnote: je Prüfungsteil 50%
- Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Martin Siegert, 2. Prüfer: Robert Reitberger

---

**Organisatorisches:**

Die Veranstaltungen finden in der Regel am Mittwoch statt. Beginn jeweils 8:00 Uhr, Dauer vier Stunden

Veranstaltungsort: Berufliche Schule 2 der Stadt Nürnberg Fürther Straße 77 90429 Nürnberg Raum W 32

**Modulbezeichnung: Grundlagen der Messtechnik (GMT)**  
 (Fundamentals of Metrology)

**5 ECTS**

Modulverantwortliche/r: Tino Hausotte

Lehrende: Tino Hausotte, Andreas Gröschl, Martin Heint

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: halbjährlich (WS+SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch und Englisch

### Lehrveranstaltungen:

Grundlagen der Messtechnik (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte)

Grundlagen der Messtechnik - Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

### Inhalt:

#### Allgemeine Grundlagen

- **Was ist Metrologie:** Metrologie und Teilgebiete, Einsatzbereiche, historische Entwicklung des Einheitssystems, SI-Einheitensystem - SI-Einheiten (cd, K, kg, m, s, A, mol) - Größe, Größenwert - Extensive und intensive Größen - Messung, Messgröße, Maßeinheit, Messergebnis, Messwert, Gebrauch und korrekte Angabe der Einheiten, Schreibweisen von Größenwerten, Angabe von Einheiten - Grundvoraussetzungen für das Messen - Rückführung der Einheiten
- **Messprinzipien, Messmethoden und Messverfahren:** Messprinzip, Messmethode, Messverfahren - Einteilung der Messmethoden, Ausschlagmessmethode, Differenzmessmethode, Substitutionsmessmethode und Nullabgleichsmethode (Kompensationsmethode) - Prinzip eines Messgerätes, direkte und indirekte Messmethoden - Kennlinie und Kennlinienarten, analoge und digitale Messmethoden, kontinuierliche und diskontinuierliche Messung, Auflösung, Empfindlichkeit, Messbereich - absolute und inkrementelle Messmethoden
- **Statistik - Auswertung von Messreihen:** Berechnung eines Messergebnisses anhand von Messreihen - Grundbegriffe der deskriptiven Statistik - Darstellung und Interpretation von Messwertverteilungen (Histogramme) - Häufigkeit (absolute, relative, kumulierte, relative kumulierte) - Berechnung und Interpretation grundlegender Parameter: Lage (Mittelwert, Median, Modus), Streuung (Spannweite, Varianz, Standardabweichung, Variationskoeffizient), Form (Schiefe, Kurtosis bzw. Exzess) - Grundbegriffe der Stochastik, Wahrscheinlichkeiten, Verteilungen (Rechteck-, U- und Normalverteilung), Zentraler Grenzwertsatz, statistische Momente - Grundbegriffe der analytischen Statistik, statistische Tests und statistische Schätzverfahren - Korrelation und Regression
- **Messabweichungen und Messunsicherheit:** Messwert, wahrer Wert, Ringvergleich, vereinbarter Wert - Einflüsse auf die Messung (Ishikawa-Diagramm) - Messabweichung (absolute, relative, systematische, zufällige) - Umgang mit Messabweichungen, Korrektur bekannter systematischer Messabweichungen - Kalibrierung, Verifizierung, Eichung - Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit - Wiederholbedingungen/-präzision, Vergleichsbedingungen/-präzision, Erweiterte Vergleichsbedingungen/-präzision - Fehlerfortpflanzungsgesetz (altes Konzept), Messunsicherheit, Eigenunsicherheit, Übersicht über Standardverfahren des GUM (Messunsicherheit), korrekte Angabe eines Messergebnisses

#### Messgrößen des SI-Einheitensystems

- **Messen elektrischer Größen und digitale Messtechnik:** SI-Basiseinheit Ampere, Widerstands- und Spannungsnormale, Messung von Strom und Spannung, Lorentzkraft, Drehspulmesswerk, Bereichsanpassung - Widerstandsmessung, strom- und spannungsrichtige Messung, Wheatstone'sche Brückenschaltung (Viertel-, Halb- und Vollbrücke, Differenzmethode und Kompensationsmethode) - Charakteristische Werte sinusförmiger Wechselgrößen, Dreheisenmesswerk, Wechselspannungsbrücke - Messsignale, dynamische Kennfunktionen und Kennwerte, Übertragungsfunktionen (Frequenzgänge) - Digitalisierungskette, Zeit- und Wertdiskretisierung, Alias-Effekte, Shannon's Abtasttheorem, Filter, Operationsverstärker (Invertierender Verstärker, Nichtinvertierender Verstärker, Impedanzwandler, invertierender Addierer, Differenzverstärker, Integrierer, Differenzierer, Instrumentenverstärker), Abtast-Halte-Glied, Analog-Digital-Wandlung, Abweichungen bei der Analog-Digital-Wandlung - Universelle Messgeräte (Digitalmultimeter, analoge und digitale Oszilloskope)

- **Messen optischer Größen:** Licht und Eigenschaften des Lichtes - Empfindlichkeitsspektrum des Auges - Radiometrie und Photometrie - SI-Basiseinheit Candela (cd, Lichtstärke) - Strahlungsfluss, radiometrisches (fotometrisches) Grundgesetz, photometrische und radiometrische Größen - Strahlungsgesetze - Fotodetektoren (Fotowiderstände, Fotodioden, Betriebsarten, Bauformen, CCD- und CMOS-Sensoren)
- **Messen von Temperaturen:** Temperatur, SI-Basiseinheit Kelvin, Definition, Wärmeübertragung (Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung) - Thermodynamische Temperatur - Primäre und sekundäre Temperaturmessverfahren, praktische Temperaturskalen, Fixpunkte (Tripelpunkte, Erstarrungspunkte), Fixpunktzellen, klassische Temperaturskalen, internationale Temperaturskala (ITS-90) - Berührungsthermometer, thermische Messabweichungen, thermische Ausdehnung, Gasthermometer, Flüssigkeitsglasthermometer, Bimetall-Thermometer, Metall-Widerstandsthermometer (Kennlinie, Genauigkeit, Bauformen, Messschaltungen), Thermoelemente (Seebeck-Effekt, Bauformen, Ausgleichsleitungen, Messschaltungen) - Strahlungsthermometer (Prinzip, Strahlungsgesetze, Pyrometer, Messabweichungen)
- **Zeit und Frequenz:** SI - Basiseinheit Sekunde, Zeitmessung (Aufgaben, Historie, mechanische Uhren, Quarzuhren, Atomuhr) - Darstellung der Zeit - Verbreitung der Zeitskala UTC - Globales Positionssystem (GPS) - Frequenz- und Phasenwinkelmessung
- **Längenmesstechnik:** SI - Basiseinheit Meter - Messschieber, Abbe'sches Komparatorprinzip, Bügelmessschraube, Abweichungen 1.- und 2.-Ordnung - Längenmessung mit Linearencodern (Bewegungsrichtung, Ausgangssignale, Differenzsignale, Demodulation) - Absolutkodierung (V-Scannen und Gray Code) - Interferometrie, Michelson-Interferometer, transversale elektromagnetische Wellen, Grundlagen der Interferenz, destruktive und konstruktive Interferenz, Homodynprinzip, Heterodynprinzip, Interferenz am Homodyninterferometer, Demodulation am Homodyn- und Heterodyninterferometer, Einfluss Luftbrechzahl, Realisierung der Meterdefinition, Reflektoren und Aufbau von Interferometern, induktive Längenmessung, kapazitive Längenmessung, Laufzeitmessung
- **Masse, Kraft und Drehmoment:** SI - Basiseinheit Kilogramm, Definition Masse, Kraft und Drehmoment - Massenormale (Vergleiche, Bauformen und Abweichungsgrenzen), Prinzip der Masseableitung, Stabilität der Einheit und Neudefinition - Messprinzipien von Waagen, Einflussgrößen bei Massebestimmung (lokale Erdbeschleunigung, Luftauftrieb), Balkenwaage (unterschälige Waagen, Empfindlichkeit, Bauformen, oberhalbige Waagen, Ecklastabhängigkeit), Federwaage, DMS, Verformungskörper, DMS-Waage, EMK-Waage, Massekomparatoren - Drehmomentmessung (Reaktions- und Aktionsdrehmoment)

### Teilgebiete der industriellen Messtechnik

- **Prozessmesstechnik:** Messgrößen der Prozessmesstechnik - Definition des Druckes, Druckarten (Absolutdruck, Überdruck, Differenzdruck) - Druckwaage (Kolbenmanometer), U-Rohrmanometer und -Barometer, Rohrfedermanometer, Plattenfedermanometer - Drucksensoren (mit DMS, piezoresistiv, kapazitiv, piezoelektrisch) - Durchflussmessung (Volumenstrom und Massestrom, Strömung von Fluiden) - volumetrische Verfahren, Wirkdruckverfahren, magnetisch-induktive Durchflussmessung, Ultraschall-Durchflussmessung - Massedurchflussmessung (Coriolis, thermisch)
- **Fertigungsmesstechnik:** Aufgaben, Methoden, Ziele und Bereiche der Fertigungsmesstechnik - Gestaltparameter von Werkstücken (Mikro- und Makrogestalt), Geometrische Produktspezifikation (GPS), Gestaltabweichungsarten - Geräte und Hilfsmittel der Fertigungsmesstechnik, Gegenüberstellung klassische Fertigungsmesstechnik und Koordinatenmesstechnik, Auswertung - Bauarten und Grundstruktur von Koordinatenmessgeräten - Vorgehensweise bei Messen mit einem Koordinatenmessgerät

### Inhalt (Übung)

- Grundlagen der Elektrotechnik (Wiederholung von Grundlagen)
- Statistik - Auswertung von Messreihen (Histogramme, Hypothesentest, Konfidenzintervalle, statistischen Maßzahlen)
- Korrelation und Regression (Korrelationskoeffizient, Fehlerfortpflanzung, Residuenanalyse)
- Messabweichungen, Einführung in die Messunsicherheitsberechnung (Kompensation systematischer Abweichungen, Messunsicherheitsanalyse einer einfachen Messung)

- Elektrische Größen, Messelektronik und Analog-Digital-Umsetzung (Abweichungsberechnung bei der Strommessung, Anpassungsnetzwerk für ein Drehspulinstrument, Bereichsanpassung mit einem Operationsverstärker)
- Anwendung der Wheatstone'schen Brückenschaltung bei Messungen mit Dehnungsmessstreifen
- Messungen mit Fotodioden bei unterschiedlichen Betriebsarten
- Temperaturmesstechnik (Aufgaben zu Metall-Widerstandsthermometern und Pyrometern)
- Längenmesstechnik (Abbe'sche Prinzip, Induktivität eines Eisenkerns mit Luftspalt, Foliendickenmessung mittels einer kapazitiven Messeinrichtung)
- Messen von Kraft und Masse (Massewirkung, Balkenwaage, Federwaage, piezoelektrischer Kraftsensor)
- Prozessmesstechnik (Druck- und Durchflussmessung, U-Rohrmanometer, Corioliskraftmessung, Ultraschallmessverfahren, Turbinenzähler)
- Fertigungsmesstechnik (Standardgeometrielemente, Angabe von Toleranzen, Prüfen von Rundheitsabweichungen mit Hilfe eines Feinzeigers)

## Contents (Lecture)

### General basics

- **What is metrology:** Metrology and branches, application fields, historical development of the unit system, SI unit system - Definitions of SI units (cd, K, kg, m, s, A, mol) - Quantity, quantity value - Extensive and intensive quantities - Measurement, measurand, measurement unit, measurement result, measured quantity value - Correct use and notation of units and of quantity values - Basic requirements for the measurement - Traceability
- **Principles, methods and procedures of measurement:** Principles, methods and procedures of measurement - Classification of measurement methods, deflection, differential, substitution and compensation measurement methods - Principle of a measuring instrument, direct and indirect measurement methods - Characteristic curve, types of characteristic curves, analogue and digital measurement methods, continuous and discontinuous measurement, resolution, sensitivity, measuring interval - Absolute and incremental measurement methods
- **Statistics - Evaluation of measurements series:** Calculation of a measurement result based on measurement series - Basic terms of descriptive statistics - Presentation and interpretation of measured value distributions (histograms) - Frequency (absolute, relative, cumulative, relative cumulative) - Calculation and interpretation of basic parameters: location (mean, median, mode), dispersion (range, variance, standard deviation, coefficient of variation), shape (skewness, excess, kurtosis) - Basic terms of stochastics, probabilities, distributions (rectangle, U and normal distribution), central limit theorem, statistical moments - Basic terms of analytical statistics, statistical tests and statistical estimation methods - Correlation and regression
- **Measurement errors and measurement uncertainty:** Measured value, true value, key comparison, conventional quantity value - Influences on the measurement (Ishikawa diagram) - Measurement error (absolute, relative, systematic, random) - Handling of errors, correction of known systematic measurement errors - Calibration, verification, legal verification - Measurement precision, accuracy and trueness - Repeatability conditions and repeatability, intermediate precision condition and measurement precision, reproducibility condition of measurement and reproducibility - Error propagation law (old concept), measurement uncertainty, definitional uncertainty, overview of standard method of the GUM (measurement uncertainty), correct specification of a measurement result

### Mesurands of the SI system of units

- **Measurement of electrical quantities:** SI base unit Ampere, resistance and voltage standards, measurement of current and voltage, Lorentz force, moving coil instrument, range adjustment - Resistance measurement, current and voltage correct measurement, Wheatstone bridge circuit (quarter, half and full bridge, differential method and compensation method) - Characteristic values of sinusoidal alternating quantities, moving iron instrument, alternating voltage bridge - Measuring signals, dynamic characteristic functions and characteristics, transfer functions (frequency responses) - Digitalisation chain, time and value discretization, aliasing, Shannon's sampling theorem, filter,

operational amplifier (inverting amplifier, non-inverting amplifier, impedance converter, inverting summing amplifier, differential amplifier, integrating amplifier, differentiating amplifier, instrumentation amplifier), sample-and-hold device, analogue-digital conversion, errors of analogue-to-digital conversion - Universal measuring devices (digital multimeter, analogue and digital oscilloscopes)

- **Measurement of optical quantities:** Light and properties of light - Sensitivity spectra of the eye - Radiometry and photometry - SI base unit candela (cd, luminous intensity) - Radiant flux, radiometric (photometric) fundamental law, photometric and radiometric quantities - Radiation laws - Photo detectors (photo resistors, photo diodes, modes of operation, designs, CCD and CMOS sensors)
- **Measurement of temperatures:** Temperature, SI base unit Kelvin, definition, heat transfer (conduction, convection, radiation) - Thermodynamic temperature - Primary and secondary temperature measurement methods, practical temperature scales, fixpoints (triple points, freezing points), fixpoint cells, classical temperature scales, International Temperature Scale (ITS-90) - Contact thermometers, thermal measurement errors, thermal expansion, gas thermometer, liquid thermometer, bimetal thermometer, metal resistance thermometers (characteristic curve, accuracy, designs, circuits), thermocouples (Seebeck effect, designs, extension wires, measurement circuits) - Radiation thermometer (principle, radiation laws, pyrometers, measurement errors)
- **Time and frequency:** SI base unit second, time measurement (tasks, history, mechanical clocks, quartz clock, atomic clock) - Representation of time - Propagation of UTC - Global Positioning System (GPS) - Frequency and phase angle measurement
- **Length:** SI base unit metre - Calliper, Abbe comparator principle, micrometer, errors 1st and 2nd order - Length measurement with linear encoders (motion direction, output signals, differential signals, demodulation) - Absolute coding (V-Scan and Gray code) - Interferometry, Michelson interferometer, transversal electromagnetic waves, basics of interference, destructive and constructive interference, homodyne principle, heterodyne principle, interference on homodyne interferometer, demodulation at homodyne and heterodyne interferometer, influence of air refractive index, realisation of the metre definition, reflectors and assembly of interferometers, inductive length measurement, capacitive length measurement, time of flight measurement
- **Mass, force and torque:** SI - base unit kilogram, definition of mass, force and torque - Mass standards (comparisons, types, deviation limits), principle of mass dissemination, stability of the unit and redefinition - Measurement principles of weighing, influences for mass determination (local gravitational acceleration, air buoyancy), beam balance (hanging pan balances, sensitivity, types, top pan balances, corner load sensitivity), spring balance, DMS, deformation elements, DMS balance, EMC balance, mass comparators - Measurement of torque (reactive and active)

### Branches of industrial metrology

- **Process measurement technology:** Quantities of process measurement technology - Definition of pressure, pressure types (absolute pressure, overpressure, differential pressure) - Deadweight tester (piston manometer), U-tube manometer and barometer, bourdon tube gauge, diaphragm pressure gauge - Pressure sensors (with DMS, piezoresistive, capacitive, piezoelectric) - Flow measurement (volume flow and mass flow, flow of fluids) - Volumetric method, differential pressure method, magneto-inductive flowmeter, ultrasonic flow measurement - Mass flow rate measurement (Coriolis, thermal)
- **Manufacturing metrology:** Tasks, methods, objectives and branches of manufacturing metrology - Form parameters of workpieces (micro-and macro-shape), geometrical product specification (GPS), geometrical tolerances - Comparison of classical manufacturing metrology and coordinate metrology, evaluation - Designs and basic structure of coordinate measuring machines - Procedure for measuring with a coordinate measuring machine

### Lernziele und Kompetenzen:

#### Wissen

- Die Studierenden kennen grundlegende statistische Methoden zur Beurteilung von Messergebnissen und Ermittlung von Messunsicherheiten.
- Die Studierenden kennen grundlegende Messverfahren zur Erfassung der Messgrößen aller SI-Einheiten.

- Die Studierenden kennen das Basiswissen zu Grundlagen der Messtechnik und messtechnischen Tätigkeiten.
- Die Studierenden haben Grundkenntnisse zur methodisch-operativen Herangehensweise an Aufgaben des Messens statischer Größen, zum Lösen einfacher Messaufgaben und zum Ermitteln von Messergebnissen aus Messwerten.

#### **Verstehen**

- Die Studierenden können die Eigenschaften von Messeinrichtungen und Messprozessen beschreiben.
- Die Studierenden können das Internationale Einheitensystem und die Rückführung von Messergebnissen beschreiben.

#### **Anwenden**

- Die Studierenden können einfache Messungen statischer Größen durchführen.
- Die Studierenden können Messunsicherheiten komplexer Messeinrichtungen bei gegebenen Eingangsgrößen berechnen.

#### **Evaluieren (Beurteilen)**

- Die Studierenden können Messeinrichtungen, Messprozesse und Messergebnisse bewerten.

#### **Learning targets and competences:**

##### **Remembering**

- The students know basic statistical methods for the evaluation of measurement results and the determination of measurement uncertainties.
- The students know basic measuring methods for the record of measured values &#8203;&#8203;for all SI units.
- The students have basic knowledge of fundamentals of metrology and metrology activities.
- The students have fundamental knowledge for methodological and operational approach to measuring tasks of static measurement types, to solve basic measurement tasks and to establishing measurement results from measurement values.

##### **Understanding**

- The students are able to describe the characteristics of measuring instruments and measurement processes.
- The students are able to describe the international system of units (SI) and the traceability of measurement results

##### **Applying**

- The students are able to run basic measurements of static measurands.

##### **Evaluating**

- The students are able to evaluate measuring systems, measurement processes and measurement results.
- Students are able to calculate the measurement uncertainty of complex measuring systems for given input variables.

#### **Literatur:**

- International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, <http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html>
- DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012
- Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 - ISBN 978-3-446-42736-5
- Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik. 6. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012 - ISBN 978-3-642-22608-3
- Richter, Werner: Elektrische Meßtechnik. 3. Auflage, Verlag Technik Berlin, 1994 - ISBN 3-341-01106-4
- Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 - ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3
- H. Czichos (Hrsg.): Das Ingenieurwissen Gebundene. 7. Auflage, Springer Verlag, 2012, ISBN 978-3-642-22849-0.

- Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmesstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 - ISBN 3-478-93264-5
- Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 - ISBN 3-486-24219-9
- Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 - ISBN 978-3-8348-0692-5
- Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 - ISBN 3-540-11784-9

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Metalltechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Grundlagen der Messtechnik (Prüfungsnummer: 45101)

(englische Bezeichnung: Fundamentals of Metrology)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

- **Prüfungstermine**, eine **allgemeine Regel der Prüfungstagvergabe** und **Termine der Klausureinsicht** finden Sie auf StudOn: Prüfungstermine und Termine der Klausureinsicht
- Die Lehrveranstaltungen *Grundlagen der Messtechnik [GMT]* im Wintersemester und *Fundamentals of Metrology [FoM]* im Sommersemester sind **inhaltlich identisch**. Beide Lehrveranstaltungen werden **bilingual** (Vorlesungsunterlagen: englisch-deutsch, Vortragssprache: deutsch) gehalten.
- Die **Prüfungen** über *Grundlagen der Messtechnik [GMT]* (Prüfungnr. 45101) und *Fundamentals of Metrology [FoM]* (Prüfungnr. 47701) sind **inhaltlich identisch**. Die Aufgabenstellung der Prüfung über *GMT* ist nur **in Deutsch**, während die Aufgabenstellung der Prüfung über *FoM* **bilingual** (englisch-deutsch) ist.

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Tino Hausotte

---

### Organisatorisches:

- Unterlagen zur Lehrveranstaltung werden auf der Lernplattform StudOn ([www.studon.uni-erlangen.de](http://www.studon.uni-erlangen.de)) bereitgestellt. Das Passwort wird in der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

---

**Modulbezeichnung:** Grundlagen der Produktentwicklung / 10 ECTS  
**Konstruktionsübung (GPE)**  
 (Basic Principles of Product Development / Design Exercise)

Modulverantwortliche/r: Stephan Tremmel  
 Lehrende: Stephan Tremmel

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 70 Std.	Eigenstudium: 230 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Grundlagen der Produktentwicklung (WS 2019/2020, Vorlesung, 4 SWS, Stephan Tremmel)  
 Übung zu Grundlagen der Produktentwicklung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Michael Jüttner)  
 Konstruktionsübung I (WS 2019/2020, Praktikum, 4 SWS, Anwesenheitspflicht, Stephan Tremmel)

---

**Inhalt:**

**GPE**

**Einführung in die Produktentwicklung**

- Synthese und Analyse als zentrale Aufgaben
- Vorgehensmodelle im Produktentwicklungsprozess

**Konstruktionswerkstoffe Grundlagen der Bauteilauslegung - Festigkeitslehre**

- Typische Versagenskriterien
- Definition und Aufgaben der Festigkeitslehre, Prinzip
- Ermittlung von Belastungen
- Ermittlung von Beanspruchungen
- Beanspruchungsarten
- Zeitlicher Verlauf der Beanspruchung und Lastannahmen
- Resultierende Spannungen und Vergleichsspannungen
- Kerbwirkung und Stützwirkung
- Weitere Einflussfaktoren auf die Festigkeit von Bauteilen
- Maßgebliche Werkstoffkennwerte
- Bauteildimensionierung und Festigkeitsnachweis

**Einführung in die Technische Produktgestaltung**

- Gestalten von Maschinen
- Fertigungsgerechtes Gestalten
- Sicherheitsgerechtes Gestalten

**Normung, Toleranzen, Passungen und Oberflächen Maschinenelemente**

- Schweißverbindungen
- Passfeder- und Keilwellenverbindungen
- Bolzen- und Stiftverbindungen
- Zylindrische Pressverbindungen
- Kegelverbindungen
- Spannelementverbindungen
- Schraubenverbindungen
- Wälzlager
- Gleitlager
- Dichtungen
- Stirnräder und Stirnradgetriebe
- Kupplungen

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

**GPE**

Verständnis für das Konstruieren von Maschinen als methodischer Prozess unter besonderer Beachtung von Synthese und Analyse als zentrale Aufgaben der Produktentwicklung und auf Basis

der Begriffe Merkmale und Eigenschaften nach der Definition von Weber Anwendung von Vorgehensmodellen in Produktentwicklungsprozessen mit Fokus auf VDI 2221 ff.; hierbei Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren zu erwerbenden Kompetenzen.

Verständnis für Konstruktionswerkstoffe, deren spezifische Eigenschaften sowie Möglichkeiten zur Beschreibung des Festigkeits-, Verformungs- und Bruchverhaltens. Unter Konstruktionswerkstoffen werden insbesondere Eisenwerkstoffe, daneben auch Nichteisenmetalle, Polymerwerkstoffe und spezielle neue Werkstoffe, z. B. Verbundwerkstoffe, verstanden. Erschließen von Querverbindungen zu den in der Lehrveranstaltung Werkstoffkunde erworbenen Kompetenzen.

Verständnis für das Gestalten von Maschinenbauteilen unter besonderer Berücksichtigung der Fertigungsgerechtigkeit, hierbei Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Produktionstechnik erworbenen Kompetenzen und zu den in der Lehrveranstaltung Technische Produktgestaltung zu erwerbenden Kompetenzen.

Verständnis für Normen (DIN, EN, ISO), Richtlinien (VDI, FKM) und Standards im Kontext des Maschinenbaus, hierbei Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre erworbenen Kompetenzen.

Verständnis für herstell- und messbedingte Abweichungen sowie zu vergebende Toleranzen für Maß, Form, Lage und Oberfläche bei Maschinenbauteilen sowie Berechnung von Maßtoleranzen, hierbei Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Messtechnik erworbenen Kompetenzen.

Funktionsorientiertes Verständnis für und Überblick zu gängigen Maschinenelementen sowie Vertiefung einzelner Maschinenelemente unter Berücksichtigung derer spezifischen Merkmale, Eigenschaften und Einsatzbedingungen. Im Einzelnen:

- Gestaltung und Berechnung von Schweißverbindungen sowie Beurteilung der Tragfähigkeit von Schweißverbindungen nach dem Verfahren von Niemann
- Gestaltung und Berechnung formschlüssiger Welle-Nabe-Verbindungen, insbesondere Passfederverbindungen auf Basis von DIN 6892 und Keilwellenverbindungen sowie Beurteilung der zugrunde gelegten Berechnungsmodelle im Hinblick auf deren Gültigkeitsgrenzen
- Gestaltung und Berechnung einfacher Bolzen- und Stiftverbindungen sowie Beurteilung der zugrunde gelegten Berechnungsmodelle im Hinblick auf deren Gültigkeitsgrenzen
- Verständnis für reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen (Wirkprinzip) und Gestaltung, Berechnung und Herstellung von zylindrischen Quer- und Längspressverbänden in Anlehnung an DIN 7190 (elastische Auslegung) sowie von Kegelpressverbänden
- Verständnis für die Elemente von Schraubenverbindungen unter besonderer Berücksichtigung des Maschinenelements Schraube (Gewinde) sowie Überprüfung längs- und querbelasteter, vorgespannter Schraubenverbindungen in Anlehnung an VDI 2230 im Hinblick auf Anziehdrehmoment, Bruch, Fließen und Dauerbruch der Schraube unter Einfluss von Setzvorgängen und Schwankungen beim Anziehen
- Verständnis für rotatorische Wälzlager und Wälzlagerungen, insbesondere Wissen über die gängigen Radial- und Axialwälzlagerbauformen, deren spezifische Merkmale und Eigenschaften sowie deren sachgerechte Einbindung in die Umgebungs konstruktion; Berechnung der Tragfähigkeit von Wälzlagern für statische und dynamische Betriebszustände auf Basis von DIN ISO 76 und DIN ISO 281 (nominelle und erweiterte modifizierte Lebensdauer); Verständnis für die konstruktive Gestaltung von Wälzlagerstellen, insbesondere Passungswahl und Lageranordnungen. Dadurch Befähigung zur Auswahl geeigneter Wälzlager, zur Grobgestaltung von Wälzlagerstellen und zur Einschätzung der konstruktiven Ausführung von Wälzlagerungen; hierbei Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Wälzlagertechnik zu erwerbenden Kompetenzen
- Verständnis für Dichtungen, Klassifizieren statischer und dynamischer Dichtungen und Auswahl von Dichtungen unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen
- Basiswissen über Antriebssysteme, Antriebsstränge und Antriebskomponenten, Verständnis für Last- und Beschleunigungsdrehmomente und zu reduzierende Trägheitsmomente; hierbei Aufzeigen von Querverweisen zu den in den Lehrveranstaltungen Regelungstechnik und Elektrische Antriebstechnik zu erwerbenden Kompetenzen

- Verständnis für Getriebe als wichtige mechanische Komponente in Antriebssträngen, Berechnung von Übersetzungen
- Verständnis für Zahnradgetriebe mit Fokus auf Stirnräder und Stirnradgetriebe, hierbei Verständnis des Verzahnungsgesetzes und der Geometrie der Evolventenverzahnung für Gerad- und Schrägverzahnung; Analyse der am Zahnrad wirkenden Kräfte und Ermittlung der Zahnfuß- und der Grübchentragfähigkeit in Anlehnung an DIN 3990
- Verständnis für nicht-schaltbare und schaltbare Kupplungen; Klassifizieren von Kupplungen nach deren Funktions- und Wirkprinzipien; Auswahl von Kupplungen unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen.

### **KÜ I**

Verständnis für das Konstruieren von Maschinen als methodischer Prozess unter besonderer Beachtung von Synthese und Analyse als zentrale Aufgaben des Konstruierens.

*Evaluieren (Beurteilen)*

### **GPE**

Bewerten und Einschätzen von Maschinenbauteilen im Hinblick auf deren rechnerische Auslegung und konstruktive Gestaltung unter Berücksichtigung des Werkstoffverhaltens, der Geometrie und der auf das Bauteil einwirkenden Lasten. Hierzu:

- Analyse der auf ein Bauteil wirkenden Belastungen und Erschließen von Querverbindungen zu den in der Lehrveranstaltung Statik erworbenen Kompetenzen
- Analyse der aus den Belastungen resultierenden Beanspruchungen und Erschließen von Querverbindungen zu den in der Lehrveranstaltung Elastostatik erworbenen Kompetenzen. Hierbei Fokus auf die Beanspruchung stabförmiger Bauteile, Kontaktbeanspruchung sowie Instabilität stabförmiger Bauteile (Knicken)
- Unterscheidung von Nennspannungen und örtlichen Spannungen
- Analyse und Beurteilung von Lastannahmen sowie des zeitlichen Verlaufs von Beanspruchungen (statisch, dynamisch)
- Verständnis für mehrachsige Beanspruchungszustände und Festigkeitshypothesen in Verbindung mit den werkstoffspezifischen Versagenskriterien, Ermittlung von Vergleichsspannungen
- Verständnis für die Auswirkungen von Kerben auf Maschinenbauteile unter statischer und dynamischer Beanspruchung und Ermittlung von Kerbspannungen auf Basis von Kerbform-, Kerbwirkungszahlen und plastischen Stützzahlen unter Berücksichtigung von Oberflächeneinflüssen
- Verständnis für Werkstoffkennwerte und den Einfluss der Bauteilgröße und des Oberflächenzustandes sowie Gegenüberstellung zu dazugehörigen Versagenskriterien
- Überprüfung der Festigkeit von Maschinenbauteilen im Zuge von Dimensionierungsaufgaben und Tragfähigkeitsnachweisen in Anlehnung an die einschlägige FKM-Richtlinie sowie Beurteilung der durchgeführten Berechnungen unter besonderer Berücksichtigung von Unsicherheiten, welche Ausdruck in der Wahl von Mindestsicherheiten finden.

Auswahl und Beurteilung gängiger Maschinenelemente unter Funktionsgesichtspunkten sowie Auslegen ausgewählter Maschinenelemente.

Befähigung zur Einschätzung und Bewertung von Maschinenelementen, einschließlich der Befähigung, Berechnungsansätze und Gestaltungsgrundsätze auch auf andere Maschinenelemente, die nicht explizit im Rahmen der Lehrveranstaltung behandelt wurden, zu übertragen.

### **KÜ I**

Analyse einer konstruktiven Aufgabenstellung aus dem Maschinenbau auf Basis einer Konzeptskizze und einer knappen technischen Beschreibung.

Bewertung verschiedener konstruktiver Lösungsalternativen im Kontext der Aufgabenstellung und Auswahl bestgeeignet erscheinender Lösungsvarianten.

Befähigung zum Bewerten des komplexen Zusammenwirkens unterschiedlichster Einflussgrößen auf Funktion und Beanspruchung von Maschinenelementen und dadurch Erlangung der Fähigkeit, eine solche ganzheitliche Betrachtungsweise auf neu zu entwickelnde Apparate, Geräte, Maschinen oder Anlagen übertragen zu können.

*Erschaffen*

### **KÜ I**

Überführung des vorgegebenen Konzepts in einen funktionsgerechten Grobentwurf unter Nutzung

von Technischen Freihandskizzen, hierbei Rückgriff auf die in der Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre I erworbenen Kompetenzen.

Überführung des Grobentwurfs in einen funktions-, fertigungs- und montagegerechten Detailentwurf unter Nutzung eines 3D-CAD-Systems, hierbei Rückgriff auf die in der Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre II erworbenen Kompetenzen.

Übertragung der in der Lehrveranstaltung Maschinenelemente I bzw. Grundlagen der Produktentwicklung vermittelten Fach- und Methodenkompetenzen auf eine neue Aufgabenstellung zur Auslegung und Gestaltung maßgeblicher Maschinenbauteile, hierzu insbesondere

- Rechnerische Auslegung und konstruktive Gestaltung einzelner Bauteile bzw. Baugruppen unter Berücksichtigung des Werkstoffverhaltens, der Geometrie und der einwirkenden Lasten
- Verständnis für die Gestaltung von Maschinenbauteilen unter besonderer Berücksichtigung der Fertigungs- und Montagegerechtheit
- Auswahl und Nutzung genormter Halbzeuge, Normteile und standardisierter Zukaufteile im Hinblick auf eine kosten- und funktionsgerechte Konstruktion.

Übertragung der in weiteren Grundlagenlehrveranstaltungen des Maschinenbaus - insbesondere Statik, Elastostatik und Werkstoffkunde - vermittelten Fach- und Methodenkompetenzen auf eine neue Aufgabenstellung in einem fächerübergreifenden und fächerzusammenführenden Kontext.

Erstellen einer sauberen und nachvollziehbaren Berechnungsdokumentation, die insbesondere Auswahl, Dimensionierung und Nachrechnung der verwendeten Maschinenelemente enthält.

Erstellung einer komplexen Zusammenbauzeichnung in Form eines normgerechten Zeichnungssatzes einschließlich zugehöriger Stückliste auf Basis des 3D-CAD-Modells, hierbei Rückgriff auf die in den Lehrveranstaltungen Technische Darstellungslehre I und Technische Darstellungslehre II erworbenen Kompetenzen.

Erstellung einer normgerechten Fertigungszeichnung eines ausgewählten, komplexeren Bauteils aus der Gesamtkonstruktion (beispielsweise Drehteil, Schweißteil).

*Lern- bzw. Methodenkompetenz*

#### **KÜ I**

Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen, hierbei Unterstützung durch Betreuer und studentische Tutoren.

Befähigung zum Präsentieren und Erläutern der Konstruktion einschließlich deren Auslegung in den verschiedenen Entwicklungsphasen gegenüber Betreuern und Tutoren.

*Selbstkompetenz*

#### **KÜ I**

Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen, hierbei Unterstützung durch Betreuer und studentische Tutoren.

Befähigung zum Präsentieren und Erläutern der Konstruktion einschließlich deren Auslegung in den verschiedenen Entwicklungsphasen gegenüber Betreuern und Tutoren.

*Sozialkompetenz*

#### **KÜ I**

Befähigung zur kooperativen und verantwortungsvollen Zusammenarbeit in einer Kleingruppe bestehend aus 2-3 Personen.

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Metalltechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)" verwendbar.

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Grundlagen der Produktentwicklung (Prüfungsnummer: 47201)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Stephan Tremmel

Konstruktionsübung I (Prüfungsnummer: 47202)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Für den Erwerb des Scheins als Dokumentation der erbrachten Studienleistung muss eine in schriftlicher und zeichnerischer Form vorliegende, eigenständig erstellte Ausfertigung, bestehend aus Berechnungen, Technischen Handskizzen, Technischen Zeichnungen sowie gegebenenfalls weiteren Unterlagen testiert sein. Die Technischen Zeichnungen werden aus einem 3D-CAD-Modell abgeleitet. Diese Ausfertigung stellt eine konstruktive Lösung einer gegebenen Aufgabenstellung dar. Die Ausarbeitung erfolgt eigenständig in der Regel gemeinsam durch 3 Personen. Der Fortschritt bei der Ausarbeitung wird zu 3 vorab definierten Terminen, bei denen vorab festgelegte Unterlagen vorzulegen sind, testiert. Zu diesen Terminen besteht Anwesenheitspflicht.

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Stephan Tremmel

---

#### Organisatorisches:

Es werden empfohlen:

- Technische Darstellungslehre I
- Statik und Festigkeitslehre

**Modulbezeichnung: Methode der Finiten Elemente (FEM)** **5 ECTS**  
(Finite Element Method)

Modulverantwortliche/r: Kai Willner

Lehrende: Kai Willner, Gunnar Possart, Maximilian Volkan Baloglu

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 90 Std.

Eigenstudium: 60 Std.

Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Methode der Finiten Elemente (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Kai Willner)

Übungen zur Methode der Finiten Elemente (SS 2020, Übung, 2 SWS, Maximilian Volkan Baloglu et al.)

Tutorium zur Methode der Finiten Elemente (SS 2020, Tutorium, Maximilian Volkan Baloglu et al.)

**Inhalt:**

*Modellbildung und Simulation*

*Mechanische und mathematische Grundlagen*

- Das Prinzip der virtuellen Verschiebungen
- Die Methode der gewichteten Residuen

*Allgemeine Formulierung der FEM*

- Formfunktionen
- Elemente für Stab- und Balkenprobleme
- Locking-Effekte
- Isoparametrisches Konzept
- Scheiben- und Volumenelemente

*Numerische Umsetzung*

- Numerische Quadratur
- Assemblierung und Einbau von Randbedingungen
- Lösen des linearen Gleichungssystems
- Lösen des Eigenwertproblems
- Zeitschrittintegration

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

- Die Studierenden kennen verschiedene Diskretisierungsverfahren zur Behandlung kontinuierlicher Systeme.
- Die Studierenden kennen das prinzipielle Vorgehen bei der Diskretisierung eines mechanischen Problems mit der Methode der finiten Elementen und die entsprechenden Fachtermini wie Knoten, Elemente, Freiheitsgrade etc.
- Die Studierenden kennen die Verschiebungsdifferentialgleichungen für verschiedene Strukturelemente wie Stäbe, Balken, Scheiben und das 3D-Kontinuum.
- Die Studierenden kennen die Methode der gewichteten Residuen in verschiedenen Varianten.
- Die Studierenden kennen das Prinzip der virtuellen Arbeiten in den verschiedenen Ausprägungen fuer Stäbe, Balken, Scheiben und das 3D-Kontinuum.
- Die Studierenden kennen verschiedene Randbedingungstypen und ihre Behandlung im Rahmen der Methode der gewichteten Residuen bzw. des Prinzips der virtuellen Verschiebungen.
- Die Studierenden kennen die Anforderungen an die Ansatz- und Wichtungsfunktionen und können die gängigen Formfunktionen für verschiedene Elementtypen angeben.
- Die Studierenden kennen das isoparametrische Konzept.
- Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Quadratur.
- Die Studierenden kennen Verfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme, zur Lösung von Eigenwertproblemen und zur numerischen Zeitschrittintegration.

*Verstehen*

- Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen der Methode der gewichteten Residuen und dem Prinzip der virtuellen Arbeiten bei mechanischen Problemen.
- Die Studierenden verstehen den Unterschied zwischen schubstarrer und schubweicher Balkentheorie sowie die daraus resultierenden unterschiedlichen Anforderungen an die Ansatzfunktionen.
- Die Studierenden verstehen das Problem der Schubversteifung.
- Die Studierenden können das isoparametrische Konzept erläutern, die daraus resultierende Notwendigkeit numerischer Quadraturverfahren zur Integration der Elementmatrizen und das Konzept der zuverlässigen Integration erklären.
- Die Studierenden können den Unterschied zwischen Lagrange- und Serendipity-Elementen sowie die jeweiligen Vor- und Nachteile erläutern.

#### Anwenden

- Die Studierenden können ein gegebenes Problem geeignet diskretisieren, die notwendigen Indextafeln aufstellen und die Elementmatrizen zu Systemmatrizen assemblieren.
- Die Studierenden können die Randbedingungen eintragen und das Gesamtsystem entsprechend partitionieren.
- Die Studierenden können polynomiale Formfunktionen vom Lagrange-, Serendipity- und Hermite-Typ konstruieren.
- Die Studierenden können für die bekannten Elementtypen die Elementmatrizen auf analytischen bzw. numerischen Weg berechnen.

#### Analysieren

- Die Studierenden können für eine gegebene, lineare Differentialgleichung die schwache Form aufstellen, geeignete Formfunktionen auswählen und eine entsprechende Finite-Elemente-Formulierung aufstellen.

#### Literatur:

- Knothe, Wessels: Finite Elemente, Berlin:Springer
- Hughes: The Finite Element Method, Mineola:Dover

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Metalltechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Methode der Finiten Elemente (Prüfungsnummer: 45501)

(englische Bezeichnung: Finite Element Methods)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Kai Willner

---

---

**Modulbezeichnung: Produktionstechnik I + II (PT I+II)** **5 ECTS**  
 (Production Engineering I + II)

Modulverantwortliche/r: Marion Merklein

Lehrende: Marion Merklein, Dietmar Drummer, Jörg Franke, Michael Schmidt, Nico Hanenkamp

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 2 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Produktionstechnik I (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Marion Merklein et al.)

Produktionstechnik II (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Nico Hanenkamp et al.)

---

**Inhalt:**

**Produktionstechnik I:**

Basierend auf der DIN 8580 werden in der Vorlesung Produktionstechnik I die aktuellen Technologien sowie die dabei eingesetzten Maschinen in den Bereichen Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten und das Ändern der Stoffeigenschaften behandelt. Hierbei werden sowohl die Prozessketten als auch die spezifischen Eigenschaften der Produktionstechniken aufgezeigt und anhand von praxisrelevanten Bauteilen erläutert. Zum besseren Verständnis der Verfahren werden zunächst metallkundliche Grundlagen, wie der mikrostrukturelle Aufbau von metallischen Werkstoffen und ihr plastisches Verhalten, erläutert. Anschließend werden die Urformverfahren Gießen und Pulvermetallurgie dargestellt. Im weiteren Verlauf der Vorlesung erfolgt eine Gegenüberstellung der Verfahren der Massivumformung Stauchen, Schmieden, Fließpressen und Walzen. Im Rahmen des Kapitels Blechumformung wird die Herstellung von Bauteilen durch Tiefziehen, Streckziehen und Biegen betrachtet. Der Fokus in der Vorstellung der Verfahrensgruppe Trennen liegt auf den Prozessen des Zerteilens und Spanens. Die Vorlesungseinheit des Bereichs Fügen behandelt die Herstellung von Verbindungen mittels Umformen, Schweißen und Löten. Abschließend werden verschiedene strahlbasierte Fertigungsverfahren aus den sechs Bereichen vorgestellt. Im Fokus stehen hierbei laserbasierte Fertigungsverfahren, wie zum Beispiel Schweißen, Schneiden oder Additiven Fertigung. Eine zusätzlich angebotene Übung dient der Vertiefung und der Anwendung des Vorlesungsinhaltes.

**Produktionstechnik II:**

Die Vorlesung beschäftigt sich inhaltlich mit der Verarbeitung von Kunststoffen (Spritzgießen, Erzeugung von duroplastischen / thermoplastischen Faserverbunden) und Metallen mit dem Fokus auf strahlbasierten Verfahren (Schneiden, Schweißen und Additive Fertigung mittels Wasser-, Elektronen- und Laserstrahl). Des Weiteren werden die Grundlagen zu Werkzeugmaschinen und dem Werkzeugmaschinenbau (Maschinenkomponenten, Funktionalitäten, Anwendungs- / Einsatzmöglichkeiten) sowie zu Montagetechnologien und Verbindungstechniken (Auslegung von Verbindungen, prozesstechnische Umsetzung und Realisierung) vermittelt. Einen weiteren Schwerpunkt stellen der Elektromaschinenbau und die Elektronikproduktion (Funktionsweise und Herstellung von elektronischen Antriebseinheiten, Auslegung und Herstellung von elektronischen Komponenten) dar.

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

- Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse in der Metallkunde und der Verarbeitung von Metallen.
- Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Produktionsverfahren Urformen, Umformen, Fügen, Trennen, ihre Untergruppen
- Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Prozessverständnis hinsichtlich der wirkenden Mechanismen.
- Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozessführung sowie spezifische Eigenschaften der Produktionsverfahren.
- Die Studierenden erwerben grundlegendes Verständnis zu den Eigenschaften von Kunststoffen und deren Verarbeitung

- Die Studierenden erwerben Kenntnisse über werkstoffwissenschaftliche Aspekte und Werkstoffigenschaften sowie Werkstoffverhalten vor und nach den jeweiligen Bearbeitungsprozessen
- Die Studierenden erwerben fundamentale Kenntnisse zu Multi-Materialien-Verbunden.
- Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse zur Funktionsweise von elektrischen Antriebseinheiten und deren Herstellung sowie die Herstellung von elektrischen Komponenten (MID)
- Die Studierenden erhalten grundlegende Kenntnisse im Bereich der Produktentwicklung und Produktauslegung (Verfahrensmöglichkeiten, Verfahrensgrenzen, Designeinschränkungen, etc.)

#### *Verstehen*

- Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Prinzipien von Fertigungsprozessen und der Systemauslegung zu verstehen
- Die Studierenden verstehen die Grundlagen des Anlagen- und Werkzeugbaus

#### *Anwenden*

- Die Studierenden können geeignete Fertigungsverfahren zur Herstellung technischer Produkte bestimmen (Schwerpunkte: Urformen, Umformen, Fügen, Trennen).

#### *Analysieren*

- Die Studierenden können die verschiedenen Fertigungsverfahren erkennen und normgerecht differenzieren

---

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Metalltechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung Produktionstechnik I und II (Prüfungsnummer: 45701)

(englische Bezeichnung: Lecture: Production Engineering I and II)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Franke/Merkl./M.Schm./Drummer/Hane. (ps0554)

---

---

**Modulbezeichnung:** Technische Darstellungslehre (TD) 5 ECTS  
 (Engineering Drawing)

Modulverantwortliche/r: Stephan Tremmel  
 Lehrende: Stephan Tremmel, Marius Fechter

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 60 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Technische Darstellungslehre I (WS 2019/2020, Praktikum, 4 SWS, Anwesenheitspflicht, Stephan Tremmel et al.)  
 Technische Darstellungslehre II (SS 2020, Praktikum, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Benjamin Gerschütz et al.)

---

**Inhalt:**

**TD I**

**Aufgabe und Bedeutung der technischen Zeichnung**

- Technische Zeichnungen allgemein (Zeichnungsarten, Formate und Blattgrößen, Linienarten, Normschrift, Ausführungsrichtlinien)
- Normgerechte Darstellung und Bemaßung von Werkstücken (Anordnung der Ansichten, Schnittdarstellungen, normgerechte Bemaßung, Koordinatenbemaßung, Hinweise für das Anfertigen technischer Zeichnungen, Werkstoffangaben, Oberflächenangaben, Wärmebehandlungsangaben)
- Toleranzen und Passungen (Allgemeintoleranzen, Form- und Lagetoleranzen, ISO-Toleranzen und Passungen)

**Normung**

- Normteile und ihre zeichnerische Darstellung (Schrauben und Muttern, Federn, Zahnräder, Schweißverbindungen, Gewinde)
- Darstellende Geometrie (Konstruktion technischer Kurven, Schnitte und Abwicklungen, Durchdringungen, axonometrische Projektionen)
- Modellabnahmen an konkreten Bauteilen und Erstellen der technischen Zeichnungen

**TD II**

- Technologie des Computer Aided Design
- Einführung in die virtuelle Produktentwicklung mit CAD-Systemen
- Grundlagen des CAD: Arten von 3D-Modellierern, Systemmodule und Eigenschaften von Modellen
- Modellierungsstrategien, Vorgehensweise bei der Modellierung, Grundprinzipien, Besondere Modellierungsvereinfachungen im Zusammenhang mit genormten Darstellungen
- Rechnerübung mit Hausübung an CAD-Systemen zum Anfertigen von Bauteilen, Baugruppen und technischen Zeichnungen

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

**TD I**

Verständnis für die bildliche Darstellung technischer Objekte sowie zugehöriger nichtbildliche Informationen in Form Technischer Zeichnungen gemäß DIN 199-1 mit Fokus auf Maschinenbauteile, insbesondere Verständnis für den technischen und rechtlichen Stellenwert der Technischen Darstellungslehre im nationalen und internationalen Kontext, hierzu

- Wissen über Zeichnungsnormen (DIN, EN, ISO) und Verständnis für deren Sinn und Zweck
- Wissen über den Informationsgehalt Technischer Zeichnungen gemäß DIN 6789-4
- Wissen über die Anwendung von Linienarten und -stärken gemäß DIN ISO 128-24
- Wissen über die verschiedenen Projektionsmethoden gemäß DIN EN ISO 5456 auf Basis der Darstellenden Geometrie und Wissen über Grundregeln und Ansichten in Technischen Zeichnungen gemäß DIN ISO 128-30
- Wissen über besondere Ansichten gemäß DIN ISO 128-34

- Verständnis für Schnitte und Wissen über Schnittarten und deren Darstellung gemäß DIN ISO 128-34
  - Wissen über Maßstäbe gemäß DIN ISO 5455
  - Wissen über Papierformate nach DIN ISO 5457, Papierfaltung nach DIN 824 sowie Schriftfelder gemäß DIN EN ISO 7200 und Stücklisten in Anlehnung an DIN 6771-2
  - Wissen über Maßeintragungen in Technischen Zeichnungen gemäß DIN 406-10 ff und Wissen über die Grundregeln der Bemaßung, insbesondere auch Bemaßung von Durchmessern, Radien, Kegeln, Kugeln, sowie Wissen über die Bemaßung von Werkstückkanten gemäß DIN ISO 13715.
- Verständnis für die Festlegung von Toleranzen, Passungen und Oberflächen in Technischen Zeichnungen, hierzu

- Wissen über die gängigen Toleranzarten betreffend die Bauteilgrob- und -feingestalt (Maß-, Form-, Lagetoleranzen, Oberflächen)
- Wissen über die wichtigsten Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit Toleranzen und Passungen
- Wissen über die Festlegung von Maß-, Form- und Lagetoleranzen sowie deren Angabe in Technischen Zeichnungen gemäß DIN ISO 286 bzw. DIN ISO 1101
- Wissen über Tolerierungsgrundsätze gemäß ISO 8015 und Angabe des Tolerierungsgrundsatzes in Technischen Zeichnungen
- Wissen über Sinn und Zweck von Allgemeintoleranzen insbesondere gemäß DIN ISO 2768 und DIN ISO 13920 sowie Angabe von Allgemeintoleranzen in Technischen Zeichnungen
- Wissen über die geometrische Struktur technischer Oberflächen nach DIN ISO 2760, deren Erzeugung durch Fertigungsverfahren in Anlehnung an DIN 4766 und Charakterisierung durch gängige Rauheitsmessgrößen im Profilschnitt gemäß DIN ISO 4287 sowie Wissen über die Darstellung von Oberflächenangaben in Technischen Zeichnungen gemäß DIN EN ISO 1302.

Basiswissen über ausgewählte Fertigungsverfahren zur Erzeugung häufig vorkommender Gestalt- und Verbindungselemente an Maschinenbauteilen, hierbei Aufzeigen von Querverweisen zu den im Vorpraktikum erworbenen Kompetenzen und Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Produktionstechnik zu erwerbenden Kompetenzen.

Wissen über Darstellung und Bemaßung von Bauteilen, die üblicherweise mit spanenden Fertigungsverfahren hergestellt werden, insbesondere

- Wissen über das fertigungsgerechte Bemaßen rotationssymmetrischer Bauteile, die durch spanende Fertigungsverfahren, wie Drehen, Fräsen, Schleifen und Bohren hergestellt werden; Wissen über häufig vorkommende Gestaltelemente, wie Fasen, Zentrierbohrungen, Freistiche, Passfedernuten und Keil- und Zahnwellenprofile, deren Sinn und Zweck sowie deren Darstellung und Bemaßung in Technischen Zeichnungen gemäß DIN 332, DIN ISO 6411, DIN 509, DIN 6885, DIN ISO 6413
- Wissen über die verschiedenen Formen von Zahnrädern, deren Sinn und Zweck sowie deren Darstellung und Bemaßung in Technischen Zeichnungen gemäß DIN 3966
- Wissen über Schraubenverbindungen, deren Sinn und Zweck sowie die Darstellung von Schrauben und Gewinden in Technischen Zeichnungen gemäß DIN ISO 6410-1.

Wissen über die Darstellung und die Beschriftung von Schweißverbindungen gemäß DIN EN 22553 sowie Wissen über die Besonderheiten in Bezug auf Allgemeintoleranzen gemäß DIN EN ISO 13920 und die Angabe relevanter Prozessparametern.

Basiswissen über weitere Fertigungsverfahren aus den Bereichen Ur- und Umformen sowie die typische Gestalt derart hergestellter Bauteile einschließlich deren Darstellung, Bemaßung und Tolerierung in Technischen Zeichnungen entsprechend unterschiedlicher Fertigungsschritte (Prozesskette).

Basiswissen für die Auswahl und Verwendung genormter Maschinenelemente.

## **TD II**

Verständnis für Funktion, Aufbau und Bedienung von im industriellen Umfeld eingesetzten, vollparametrischen 3D-CAD-Systemen und Verständnis für die Bedeutung von CAD-Systemen als zentralem Synthesewerkzeug des rechnerunterstützten Produktentwicklungsprozesses im Maschinenbau und in verwandten Disziplinen, hierzu

- Grundwissen über die einzelnen Phasen des Produktlebenszyklus und die Möglichkeiten der Rechnerunterstützung (CAx)

- Wissen über den Einsatz von CAD zur Definition der Produktgestalt im Hinblick auf eine durchgängige Verwendung der erzeugten Daten als Grundlage für weitere CAx-Werkzeuge sowie für die Ableitung normgerechter Zeichnungen und Stücklisten
- Wissen über die Geometrieverarbeitung auf Rechnersystemen: Historische Entwicklung, Stand der Technik, Grundfunktionalitäten moderner CAD-Systeme, Parametrik, Assoziative Datenspeicherung, Features und Konstruktionselemente, historienbasierte und direkte Modellierung.

#### *Analysieren*

##### **TD I**

Analyse der Geometrie realer Bauteile und Abnahme von Maßen mittels Messschieber in der Kleingruppe („Modellabnahme“). Bewertung der funktionsrelevanten Merkmale und Ausarbeitung einer technischen Freihandskizze mit allen notwendigen Informationen zur anschließenden Erstellung einer normgerechten Fertigungszeichnung des Bauteils.

#### *Erschaffen*

##### **TD I**

Erstellen mehrerer, einfacher Technischer Zeichnungen in Form von Einzelteilzeichnungen (Fertigungszeichnungen) und kleinen Zusammenbauzeichnungen, ausgehend von vorgegebenen skizzierten Ansichten. Die zu erstellenden Zeichnungen enthalten hierbei mindestens folgende thematische Schwerpunkte:

- Ansichten, Bemaßung, Dokumentation, normative Angaben
- Schnittansichten und Teilschnitte
- Schraubenverbindungen und Gewindedarstellungen
- Dreh- und Frästeile

Befähigung zum Lesen, Verstehen und selbständigen Erstellen auch komplexerer Technischer Zeichnungen sowie Befähigung zum Erschließen von Zeichnungsinhalten, die nicht explizit im Rahmen der Lehrveranstaltung behandelt wurden.

- Passungswahl und Vergabe von Toleranzen
- Verzahnungen
- Schweißbaugruppen
- Zusammenstellungszeichnungen und Stücklisten

##### **TD II**

Erstellen von Einzelteilen durch Modellieren von Volumenkörpern unter Berücksichtigung einer robusten Modellierungsstrategie, hierzu

- Definieren von Geometriereferenzen und zweidimensionalen Skizzen als Grundlage für Konstruktionselemente
- Erzeugen von Volumenkörpern mit Hilfe der Konstruktionselemente Profilextrusion, Rotation, Zug und Verbund
- Kombinieren von Volumenkörpern durch BOOLEsche Operationen zu Rohbauteilen gemäß eines spanenden Fertigungsverfahrens
- Detaillieren von Rohbauteilen durch Hinzufügen von Bohrungen, Fasen und Metainformationen (z. B. Toleranzangaben)
- Nachträgliches Ändern der Geometrie mit Hilfe von Parametrik.

Erstellen von Baugruppen durch Kombination von Einzelteilen unter Verwendung von Normteillbibliotheken, hierzu

- Planen einer Baugruppenhierarchie im Hinblick auf Robustheit
- Verarbeiten von Importgeometrie (Fremdformate)
- Definieren von Montagebedingungen
- Anwenden einfacher Baugruppenanalysefunktionen (z. B. Durchdringung und Masseeigenschaften).

Ableiten norm-, funktions- und fertigungsgerechter Einzelteil- und Zusammenbauzeichnungen aus den 3D-CAD-Modellen, welche den Regeln der Technischen Darstellungslehre folgen, hierbei Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre I erworbenen Kompetenzen.

Befähigung zum Erstellen auch komplexerer Einzelteile und Baugruppen in 3D-CAD-Systemen und zum Ableiten zugehöriger Technischer Zeichnungen sowie Befähigung, sich Modellierungsmöglich-

keiten zu erschließen, die nicht explizit im Rahmen der Lehrveranstaltung behandelt wurden und Befähigung, die gewonnenen Erkenntnisse auf andere als im Rahmen der Lehrveranstaltung eingesetzte 3D-CAD-Systeme übertragen zu können.

*Lern- bzw. Methodenkompetenz*

**TD I**

Zur Vermittlung der zuvor genannten Fachkompetenzen werden verpflichtende Hörsaalübungen angeboten, in denen Kleingruppen von Studierenden durch studentische Tutoren und Mitarbeiter des Lehrstuhls individuell und kompetent betreut werden. So wird sichergestellt, dass eine effiziente Vermittlung der Lehrinhalte trotz unterschiedlichen Kenntnisstandes der Studierenden erfolgt. Dies geht mit der Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen einher.

*Selbstkompetenz*

**TD I**

Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen, hierbei Unterstützung durch Betreuer und studentische Tutoren in Kleingruppen.

*Sozialkompetenz*

**TD I**

Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen, hierbei Unterstützung durch Betreuer und studentische Tutoren in Kleingruppen.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Metalltechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Technische Darstellungslehre I (Prüfungsnummer: 45901)

(englische Bezeichnung: Engineering Drawing I)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Für den Erwerb des Scheins als Dokumentation der erbrachten Studienleistung müssen insgesamt 14 Technische Zeichnungen erfolgreich testiert sein. 7 Technische Zeichnungen hiervon sind im Zeichensaal von Hand unter Betreuung eigenständig zu erstellen. Weitere 7 Technische Zeichnungen sind (in der Regel zu Hause) von Hand eigenständig zu erstellen und verbindlich zu vorab definierten Terminen abzugeben. Zu den Übungen im Zeichensaal besteht Anwesenheitspflicht.

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: WS 2021/2022

1. Prüfer: Stephan Tremmel

Technische Darstellungslehre II (Prüfungsnummer: 45902)

(englische Bezeichnung: Engineering Drawing II)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Für den Erwerb des Scheins als Dokumentation der erbrachten Studienleistung müssen insgesamt 8 3D-CAD-Modelle erfolgreich testiert sein. 4 3D-CAD-Modelle hiervon sind im Rechnerraum unter Betreuung eigenständig zu erstellen. Weitere 4 3D-CAD-Modelle sind individuell eigenständig zu erstellen und verbindlich zu vorab definierten Terminen abzugeben. Zu den Übungen im Rechnerraum besteht Anwesenheitspflicht.

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: SS 2021  
1. Prüfer: Sandro Wartzack

---

---

**Modulbezeichnung:** Technische Thermodynamik für MB und BPT (TTD1/2-VL) 7.5 ECTS

(Engineering Thermodynamics for MB and BPT)

Modulverantwortliche/r: Michael Wensing

Lehrende: Michael Wensing

---

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 90 Std.

Eigenstudium: 135 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Technische Thermodynamik für MB, MT und BPT (SS 2020, Vorlesung, 4 SWS, Michael Wensing)

Übung zu Techn. Thermodynamik für MB, MT und BPT (SS 2020, Übung, 2 SWS, Michael Wensing)

---

**Inhalt:**

Die Lehrveranstaltung beginnt mit einer Einführung in die Grundbegriffe der Technischen Thermodynamik (u.a. Systeme, Zustandsgrößen und -änderungen, thermische und kalorische Zustandsgleichungen, kinetische Gastheorie). Die Energiebilanzierung bzw. die Anwendung des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik erfolgt für verschiedene Systeme sowie explizit für Zustandsänderungen idealer Gase. Mit Hilfe des 2. Hauptsatzes und der Einführung der Entropie sowie des Konzeptes von Exergie und Anergie werden die Grenzen der Umwandlung verschiedener Energieformen besprochen. Die thermodynamischen Eigenschaften reiner Fluide werden in Form von Fundamentalgleichungen sowie Zustandsgleichungen, -diagrammen und -tafeln diskutiert. Neben der grundlegenden Betrachtung von Kreisprozessen anhand der Hauptsätze werden konkrete Beispiele für Wärmekraftmaschinen (z.B. der Clausius-Rankine-Prozess für Dampfkraftwerksprozesse oder der Otto- und der Diesel-Prozess für innermotorische Verbrennungsprozesse) sowie arbeitsverbrauchende Kreisprozesse wie Kältemaschinen und Wärmepumpen behandelt. Nach einer Einführung in die Thermodynamik von Stoffgemischen werden die Zustandseigenschaften feuchter Luft besprochen. Mit Hilfe der Betrachtung verschiedener Prozesse mit feuchter Luft erfolgt eine Einführung in die Klimatechnik. Das Thema Verbrennungsprozesse soll zugleich als allgemeine Einführung in die thermodynamische Behandlung von Systemen dienen, in denen chemische Reaktionen stattfinden. Schwerpunkte der energetischen Betrachtung von Verbrennungsprozessen bilden die Berechnung der freigesetzten Wärme sowie die Verbrennungstemperatur. Mit Hilfe von Entropiebilanzen wird die Effizienz von Verbrennungsprozessen in Form des exergetischen Wirkungsgrades bzw. in Form von auftretenden Exergieverlusten analysiert. Bei Strömungsprozessen sollen insbesondere kompressible Medien und somit auch Hochgeschwindigkeitsströmungen betrachtet werden, bei denen strömungsmechanische und thermodynamische Vorgänge stets miteinander verknüpft ablaufen. Hier werden neben den Grundgleichungen zur Modellierung von entsprechenden Strömungen und Zustandsänderungen spezielle Anwendungen von Düse und Diffusor diskutiert, z.B. in den Bereichen der Antriebs- und Kältetechnik.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- kennen die Begriffe und Grundlagen der Technischen Thermodynamik
- stellen energetische und exergetische Bilanzen auf
- wenden thermodynamische Methodik für die Berechnung der Zustandseigenschaften sowie von Zustandsänderungen reiner Fluide an
- berechnen relevante thermodynamische Prozesse (Kreisprozesse sowie weitere Prozesse der Klima-, Verbrennungs- und Strömungstechnik), bewerten diese anhand charakteristischer Kennzahlen und bewerten entsprechende Verbesserungspotentiale

**Literatur:**

- Vorlesungsskript
- A. Leipertz, Technische Thermodynamik
- H.D. Baehr, S. Kabelac, Thermodynamik

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Metalltechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Klausur Technische Thermodynamik für MT und MB (Prüfungsnummer: 20101)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Michael Wensing

---

**Bemerkungen:**

Thermodynamik für Maschinenbau, Medizintechnik und Berufspädagogik Technik. Für Studierende des Studiengangs Medizintechnik sind nur 2 SWS nötig.

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Kunststofftechnik (P-KT)** **2.5 ECTS**  
(Practical Training Polymer Technology)

Modulverantwortliche/r: Dietmar Drummer  
Lehrende: Dietmar Drummer

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Kunststofftechnik (SS 2020, Praktikum, 2 SWS, Dietmar Drummer)

---

**Inhalt:**

Das Praktikum Kunststofftechnik dient zur Vertiefung der im Studium theoretisch vermittelten Lehrinhalte im Bereich der Verarbeitungsverfahren von Kunststoffen. Durch die Durchführung von praktischen Versuchen erhalten die Studenten Einblick in die unterschiedlichen Prozesse zur Herstellung von Kunststoffprodukten. Im Rahmen des Praktikums werden die folgenden fünf Verarbeitungsverfahren behandelt:

- Extrusion
- Additive Fertigung
- Duroplastspritzgießen
- Verarbeitung von Faserverbundkunststoffen
- Schweißen von Kunststoffen

Ablauf:

1. Vorbereitung auf den Einzelversuch anhand des Skriptes und der empfohlenen Literatur
2. Elektronisches Antestat direkt vor Beginn des Versuches
3. Durchführung des Einzelversuches
4. Anfertigen einer schriftlichen Ausarbeitung zu den erzielten Versuchsergebnissen
5. Ggf. Nachbesserung nach Durchsicht
6. Erteilung des Abtestats jedes Einzelversuchs auf der Testatkarte
7. Scheinerwerb durch vollständige Testatkarte

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden können ausgewählte Verfahren der Kunststoffverarbeitung beschreiben und definieren. Darüber hinaus sind sie in der Lage, die behandelten Verfahren darzulegen und zu verstehen.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Metalltechnik)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Kunststofftechnik (Prüfungsnummer: 48981)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Leistungsschein wird nach vollständigen An- und Abtestat aller Versuche (mit Versuchsberichten) ausgestellt

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Dietmar Drummer

---

**Modulbezeichnung:** Fachdidaktik Elektrotechnik und Informationstechnik 2 (FD ET 2) 5 ECTS

(Didactics of Electrical and Information Technology 2)

Modulverantwortliche/r: Alexander Rachinger

Lehrende: Bettina Hirner

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Fachdidaktik Elektrotechnik und Informationstechnik 2 (WS 2019/2020, Seminar, Alexander Rachinger)

**Inhalt:**

- Fortführung des Advance Organizers als Leitfaden für die Fachdidaktik
- Grundlagen des Lernens nach Manfred Spitzer
- SOL Einführung
- Erstellung einer Lernsituation
- Regeln der Materialerstellung
- Medieneinsatz
- Guter Unterricht nach Hilbert Meyer
- Lehrerpersönlichkeit

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erläutern die SOL-Methoden (Gruppenpuzzle, Advance Organizer und Sandwich Prinzip), wählen zum Lernziel passende aus und wenden diese Methoden in der Lernsituation an,
- nennen ein Ablagekonzept für vorbereitete Unterrichtskonzepte,
- erkennen die Vorteile einer strukturierten Anlage für die Weiterverwendung von vorbereiteten Unterrichtskonzepten,
- reflektieren verschiedene Merkmale der Lehrerpersönlichkeit (z.B. Blick, Stand) kritisch und wenden diese an,
- formulieren inhaltliche Sachaussagen des Unterrichts (Geschäfts- und Arbeitsprozess) für eine konkrete Unterrichtseinheit
- koordinieren die Vorbereitung einer Lernsituation in einer Kleingruppe,
- bereiten eine Lernsituation im Team vor,
- führen die vorbereitete Lernsituation im Team praktisch durch.

**Literatur:**

- Lehrbuch: Praxis der Unterrichtsvorbereitung, Gehlert/Polmann, 2006

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto)

[2] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Elektro- und Informationstechnik)

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Fachdidaktik Elektro- und Informationstechnik II (Prüfungsnummer: 44911)

Prüfungsleistung, Praktische Prüfung/Test

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Vorbereitung und Durchführung eines Unterrichts innerhalb einer Lernsituation

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Alexander Rachinger

---

**Organisatorisches:**

Die Lehrveranstaltungen finden in der Regel am Mittwoch statt.

Beginn jeweils ab 9:15 Uhr.

Ort: Berufsschule Erlangen

Drausnickstr. 1d

91052 Erlangen

Zimmer: G105 (Rechts neben dem Sekretariat)

Für die praktische Durchführung der Lernsituation sind 3 bis 4 Unterrichtstage nach Absprache vorgesehen. Voraussichtlich Januar 2020

---

**Modulbezeichnung:** Seminar Nachhaltige Energiesysteme (SE-NE) 2.5 ECTS  
 (Seminar Sustainable Energy Systems)

Modulverantwortliche/r: Matthias Luther  
 Lehrende: Matthias Luther, Assistenten

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Seminar Nachhaltige Energiesysteme (WS 2019/2020, Hauptseminar, 2 SWS, Simon Resch et al.)

---

**Inhalt:**

Ausgewählte Themen aus den Bereichen:

- Großräumige Übertragungsnetze
- Integration der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien
- Stabilität im nationalen und internationalen Verbundbetrieb
- Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung im Kontext zukünftiger Netzstrukturen
- Smart Energy Systems
- Marktmechanismen in der Stromerzeugung

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studenten

kennen aktuelle Herausforderungen auf dem Gebiet elektrischer Energiesysteme, verstehen die Anforderungen und die technischen Zusammenhänge nachhaltiger Energiesysteme und verstehen das Zusammenspiel aus technischen, gesellschaftlichen, umwelttechnischen Anforderungen der Zukunft.

Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studenten zudem in der Lage

sich eigenständig in ein neues Themengebiet einzuarbeiten, eine strukturierte Recherche zur Auffindung relevanter Quellen durchzuführen, Quellen nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen zu analysieren und zu bewerten, strukturiert eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung anzufertigen, behandelte Thematik für eine zeitlich begrenzte Präsentation vor Fachpublikum aufzubereiten, die Grundsätze der Präsentationstechnik anzuwenden und sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu der ausgearbeiteten Thematik stellen.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Seminar Nachhaltige Energiesysteme (Prüfungsnummer: 381473)

(englische Bezeichnung: Seminar Sustainable Energy Systems)

Prüfungsleistung, Seminarleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Ausarbeitung + Vortrag

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Matthias Luther

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Automatisierungstechnik (PR AUT)** **2.5 ECTS**  
 (Laboratory on Automation)

Modulverantwortliche/r: Andreas Michalka

Lehrende: Andreas Michalka, Yiheng Tang, Tobias Gold, Alexander Lomakin, Patrick K. Kroh,  
 Martha Bugsch, Alexander Lange, Philipp Dorsch

---

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 45 Std.

Eigenstudium: 30 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Automatisierungstechnik (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Anwesenheitspflicht, Andreas Michalka et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorlesungen Regelungstechnik A, Regelungstechnik B, Sensorik sowie Elektrische Antriebstechnik II

---

**Inhalt:**

Je zwei Versuche zur Regelungstechnik (LRT), zur Sensorik (LSE) sowie ein Versuch zur elektrischen Antriebstechnik (EAS):

- Hydraulischer Linearantrieb (LRT)
- Dreitank-Füllstandsregelung (LRT)
- Abstands- und Wegsensoren (LSE)
- Durchflussmesstechnik (LSE)
- Befüllautomat (EAM)

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Umsetzung des Methodenwissens aus den automatisierungstechnischen Kernmodulen zur Regelungstechnik, Sensorik und elektrischen Antriebstechnik in jeweils zwei beispielhafte technische Anwendungen
- Interpretation und Auswertung der anfallenden Beobachtungen mit Blick auf die jeweils zur Anwendung gebrachten Methoden und die eingesetzte Gerätetechnik
- Erwerb erster praktischer Erfahrungen im Umgang mit automatisierungstechnischen Methoden und Werkzeugen der Regelungstechnik, Sensorik und elektrischen Antriebstechnik

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Automatisierungstechnik (Prüfungsnummer: 510068)

(englische Bezeichnung: Laboratory on Automation)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Die Praktikumsleistung umfasst zu jedem der Laborversuche die häusliche Vorbereitung, die Durchführung sowie die Interpretation der angefallenen Beobachtungen. Zum Scheinerwerb müssen alle Versuche erfolgreich durchgeführt sein, ein nicht erfolgreich absolvierter Versuch kann am Praktikumsende wiederholt werden.

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Knut Graichen

**Organisatorisches:**

Anmeldung über StudOn in den ersten beiden Wochen des zweiten Prüfungszeitraums vor Semesterbeginn.

---

**Modulbezeichnung:** **Audio Processing Laboratory (APLab)** **2.5 ECTS**  
 (Audio Processing Laboratory)

Modulverantwortliche/r: Emanuel A. P. Habets

Lehrende: Meinard Müller, Emanuel A. P. Habets, Jürgen Herre, Bernd Edler, Frank Wefers

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Audio Processing Laboratory (SS 2020, Praktikum, 2 SWS, Meinard Müller et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

This lab course requires a good understanding of basic principles in signal processing and some basic programming skills. Furthermore, it is beneficial to have some background in one of the more specific topics offered by the International Audio Laboratories Erlangen.

---

**Inhalt:**

This lab course offers a general introduction to Python and possibly also to other languages (MATLAB, R, ...). In particular, functions, transforms, and algorithms that are important for analyzing and processing audio signals are covered. After a general part, the lab course will allow the participants to delve into a more specific application within audio and acoustic signal processing.

**Lernziele und Kompetenzen:**

The goal of this lab course is to acquire a deeper understanding of audio processing techniques by experimenting with, modifying and extending existing code. Furthermore, programming skills in Python and possibly also in other languages (MATLAB, R, ...) are acquired. The students understand and implement computer programs for specific experiments described in the script accompanying the lab. They test and evaluate their programs by conducting a series of experiments within the field of audio signal processing. They understand the requirements of practical realizations, synthesize a solution for a given problem, and apply advanced disciplinary knowledge and skills in signal processing. The students evaluate and interpret results by applying various visualization techniques and statistical methods. They collaborate with fellows students, discuss their solutions, give feedback to each other, and reflect upon the underlying theory as well as implementation issues.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Audio Processing Laboratory (Prüfungsnummer: 894349)

(englische Bezeichnung: Audio Processing Laboratory)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Das Praktikum besteht aus fünf Teilversuchen, die jeweils mit drei Punkten bewertet werden. Zum Bestehen des Praktikums müssen insgesamt mindestens 7 Punkte und zusätzlich in allen fünf Teilversuchen mindestens je 1 Punkt erreicht werden.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

- 1. Prüfer: Meinard Müller
  - 1. Prüfer: Bernd Edler
  - 1. Prüfer: Emanuel A. P. Habets
  - 1. Prüfer: Jürgen Herre
  - 1. Prüfer: Frank Wefers
-

---

**Modulbezeichnung:** **EMV-Praktikum (P-EMV)** **2.5 ECTS**  
(Laboratory Electromagnetic Compatibility)

Modulverantwortliche/r: Daniel Kübrich  
Lehrende: Daniel Kübrich

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache:

---

**Lehrveranstaltungen:**

EMV-Praktikum (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Daniel Kübrich)

---

**Inhalt:**

Das Praktikum findet im lehrstuhleigenen EMV-Labor statt mit Test- und Messgeräten, die auch in der Industrie Verwendung finden. Die Teilnehmer lernen dabei:

- mit Messgeräten wie Spektrumanalysator und Messempfänger umzugehen
- Emissionstests mit diversen Sensoren und Antennen durchzuführen
- reproduzierbar und normgerecht zu messen
- typische Störquellen und Ausbreitungswege der Störungen aufzufinden
- die Effektivität verschiedener Entstörmaßnahmen einzuschätzen
- Entstörbauelemente und Schirme sinnvoll einzusetzen

Zur Erlangung des Scheins müssen 7 Versuche erfolgreich durchgeführt werden. Die Auswahl der Versuche wird mit den Betreuern abgestimmt.

*Die Versuche im einzelnen:*

- Funkstörspannungen
- Netzfilter
- Funkstörleistung
- Rahmenantenne
- E-Feld Messungen
- Schirmung
- Kopplungen
- Störemfindlichkeit (Surge, Burst)
- Electrostatic Discharge (ESD)

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach erfolgreicher Teilnahme am EMV-Praktikum sind die Studierenden in der Lage

- mit Messgeräten wie Spektrumanalysator und Messempfänger umzugehen
- Emissionstests mit diversen Sensoren und Antennen durchzuführen
- reproduzierbar und normgerecht zu messen
- typische Störquellen und Ausbreitungswege der Störungen aufzufinden
- die Effektivität verschiedener Entstörmaßnahmen einzuschätzen
- Entstörbauelemente und Schirme sinnvoll einzusetzen

**Literatur:**

- Skript zur Vorlesung *Elektromagnetische Verträglichkeit*
  - Versuchsbeschreibungen
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

EMV-Praktikum\_ (Prüfungsnummer: 624171)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Zur Erlangung des Scheins müssen 7 Versuche erfolgreich durchgeführt werden. Die Auswahl der Versuche wird mit den Betreuern abgestimmt.

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Daniel Kübrich

---

**Organisatorisches:**

Vorlesung *Elektromagnetische Verträglichkeit*

*Nähere Informationen sind im Sekretariat des Lehrstuhls erhältlich. Die Anmeldung zum Praktikum erfolgt im Sekretariat des Lehrstuhls.*

---

**Modulbezeichnung:** Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen (PrBVEP) 2.5 ECTS  
 (Lab Course Image and Video Signal Processing on Embedded Systems)

Modulverantwortliche/r: André Kaup  
 Lehrende: Jürgen Seiler, Viktoria Heimann

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 15 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen (WS 2019/2020, Praktikum, Anwesenheitspflicht, Jürgen Seiler et al.)

---

**Inhalt:**

Betrachtet man Anwendungen der Bild- und Videosignalverarbeitung stellt man fest, dass viele davon auf mobilen Plattformen ablaufen. Die dort verwendeten Systeme haben aber häufig nur eine reduzierte Leistungsfähigkeit und müssen besonders auf den Energieverbrauch achten. Nichtsdestotrotz sind aber auch einfache, mobile Systeme wie Smartphones oder Tablets in der Lage, anspruchsvolle Signalverarbeitungsaufgaben für Bild- und Videosignale durchzuführen. Dies umfasst zum Beispiel die Codierung von Bildern und Videos, aber auch die Erzeugung von Panoramen oder die Berechnung von Bildern mit hohem Dynamikumfang.

Das Praktikum „Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen“ soll die Herausforderung, die mit einer Verarbeitung dieser Signale auf eingebetteten Plattformen einhergehen genauer vermitteln und es wird aufgezeigt, wie man selbst auf Plattformen mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit entsprechende Algorithmen umsetzen kann. Hierzu werden in dem Praktikum Raspberry Pis als Plattform verwendet und die Programmierung erfolgt in Python. Die Versuche umfassen den Aufbau und die Inbetriebnahme der eingebetteten Plattform, eine Einführung in Python und in die grundlegenden Prozesse der Bild- und Videosignalverarbeitung. Weitere Versuchsinhalte sind die Anbindung einer Kamera, Bildsignalverarbeitungsprozesse mit der Kamera und die Implementierung verschiedener digitaler Filter. Das Praktikum beinhaltet außerdem verschiedene Anwendungen computergestützten Sehens (Computer Vision). Die Detektion von Merkmalen und Objekten in Bildern und Videos werden einführend behandelt und aktuelle Computer Vision Anwendungen, wie die Erstellung eines Panoramas werden betrachtet.

**Content:**

Today, many image and video signal processing applications are running on embedded systems. However, the computational power and the energy storage is a limiting demand for embedded systems. Nevertheless, daily mobile devices like smartphone and tablet are able to perform signal processing tasks for image and video signals, for example coding of images and videos, the creation of a panorama or the calculation of images with high dynamic range.

The image and video signal processing on embedded systems lab course should show the challenges that occur while handling with such mobile devices and the implementation of such algorithm on an embedded system. Therefore, Raspberry Pis as embedded systems and Python as coding language is used in the laboratory. The experiments include the setup of the Raspberry Pi, an introduction to Python and an introduction to image and video signal processing. In addition, a camera will be connected, signal processing will be done with the camera and digital filters are implemented. Moreover, the laboratory includes different computer vision applications like the creation of a panorama.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- verstehen die Herausforderungen von eingebetteten Plattformen
- wenden die Programmiersprache Python für Bild- und Videosignalverarbeitungsalgorithmen an
- erzeugen funktionsfähige Programme mit der Programmiersprache Python
- beurteilen die Funktionsblöcke von Computer Vision-Algorithmen
- bewerten die von ihnen erstellten Programme durch subjektive und objektive Vergleiche

- reflektieren den Lernprozess während des Praktikums.

The students

- understand the challenges of the embedded system
- make use of the coding language Python for image and video signal processing algorithms
- implement functional programs with Python
- evaluate the blocks of computer vision algorithms
- evaluate the self-implemented programs by subjective and objective comparison
- reflect the learning process in the laboratory.

#### Literatur:

Das Skript zum Praktikum „Image and video signal processing on embedded platforms“ wird in der Einführungsveranstaltung ausgegeben.

The laboratory script “Image and video signal processing on embedded platforms” will be handed out in the first session.

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen (Prüfungsnummer: 75251)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Das Praktikum ist eine unbenotete Studienleistung. Deshalb können keine benoteten Scheine vergeben werden.

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: André Kaup

#### Bemerkungen:

Das Praktikum besteht aus 7 Arbeitseinheiten. Diese sind in den Kursunterlagen beschrieben. Die Arbeitseinheiten bestehen jeweils aus einem oder zwei Terminen, die vor der Anmeldung zum Praktikum bekanntgegeben werden.

Jede Arbeitseinheit ist zu Hause vorzubereiten, die Vorbereitung wird zu Beginn eines jeden Termins überprüft. Die Ergebnisse eines jeden Termins sind während der Versuchsdurchführung auf den Versuchsrechnern vorzuhalten und werden zum Abschluss des Termins überprüft. Das Praktikum gilt als bestanden, wenn alle Arbeitseinheiten ausreichend vorbereitet und durchgeführt wurden.

The laboratory is based on seven experiments, which are described in the laboratory script. Every experiment should be prepared at home and will be checked before every experiment. The results of the prepared tasks in the laboratory will be checked at the end of the experiment. The laboratory is passed if all seven experiments are successfully completed.

---

**Modulbezeichnung:** Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung (PrDSV) 2.5 ECTS  
 (Lab Course Digital Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: Walter Kellermann

Lehrende: Matthias Kreuzer, Heinrich Löllmann, Jürgen Seiler

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 45 Std.

Eigenstudium: 30 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung (WS 2019/2020, Praktikum, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Heinrich Löllmann et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorlesung Signale und Systeme I & II

---

**Inhalt:**

In diesem Laborpraktikum wird die Theorie aus der Vorlesung Digitale Signalverarbeitung in der Praxis angewandt, unter Verwendung der Programmierumgebung MATLAB. Die behandelten Themen umfassen Quantisierung, Spektralanalyse, FIR- und IIR-Filterentwurf, Filterbänke, sowie adaptive Filter. Das Praktikum besteht aus 5 Versuchsterminen, an denen die Teilnehmer in Zweiergruppen Programmieraufgaben lösen, und einem 5-tägigen Block, in dem jede Gruppe ein individuelles Projekt aus dem Bereich der Digitalen Signalverarbeitung bearbeitet.

Zu Beginn jedes Versuchs wird der Stand der Vorbereitung, sowie die Versuchsergebnisse des vergangenen Termins in einem schriftlichen Testat geprüft. Für das Bestehen des Praktikums ist eine Mindestpunktzahl aus den Testaten und dem Blockpraktikum nötig. Das Praktikum erfordert vorhandene MATLAB-Programmierkenntnisse. Es ist möglich, das Praktikum parallel zur Vorlesung Digitale Signalverarbeitung zu besuchen, allerdings ist es dazu notwendig, die jeweiligen Vorlesungsinhalte vor dem Praktikumstermin zu wiederholen, und an Übung und Tutorium teilzunehmen.

**Contents**

In this laboratory course the theory from the lecture Digital Signal Processing is applied in practice, using the programming environment MATLAB. The topics include quantization, spectral analysis, FIR and IIR filter design, filter banks and adaptive filters. The course consists of 5 guided experiments in which students work on programming problems in groups of two, and a 5-day block course where each group works on an individual project from the field of digital signal processing.

The preparation, as well as the results of the past experiment will be examined by a short test at the beginning of each experiment. For passing the lab course, a minimum number of points from the tests and the project is required.

The course requires previous experience in MATLAB programming. It is possible to take the course in parallel to the DSP lecture, however, revision of the relevant lecture contents before each lab lesson, and participation in the DSP exercises and tutorials is required.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erzeugen funktionsfähige MATLAB-Programme zu den einzelnen vorgezeichneten Experimenten und wenden damit das in Vorlesung und Übung erworbene Wissen an
- analysieren und evaluieren den von ihnen implementierten Algorithmus
- verstehen die Anforderungen praktischer Realisierungen von Algorithmen zur Digitalen Signalverarbeitung
- reflektieren ihren eigenen Lernprozess während des Praktikums.

**Literatur:**

The script for this lab course will be handed out at the introductory meeting. Moreover, the following books are recommended

J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.

A.V. Oppenheim, R.V. Schafer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.

K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung (Prüfungsnummer: 75201)

(englische Bezeichnung: Digital Signal Processing Laboratory)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Es müssen 5 Versuche erfolgreich absolviert werden und danach in Zweier-Gruppen ein wissenschaftliches Projekt bearbeitet werden, worüber eine 3 bis 4-seitige Dokumentation angefertigt werden muss.

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Walter Kellermann

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme** **2.5 ECTS**  
 (semesterbegleitend) (PEMSY)  
 (Embedded Microcontroller systems Laboratory)

Modulverantwortliche/r: Albert Heuberger

Lehrende: Markus Hartmann, Sally Nafie

---

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: halbjährlich (WS+SS)

Präsenzzeit: 45 Std.

Eigenstudium: 30 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (semesterbegleitend) (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Sally Nafie)

Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (Blockpraktikum) (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Sally Nafie)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Die Beherrschung der Inhalte von Lehrveranstaltungen in einem ingenieurwissenschaftlichen Grundstudium, die in die Grundlagen der Informatik und Elektrotechnik einführen
  - Kenntnisse in der Programmiersprache C
  - Grundverständnis von Boole'schen Operationen
  - Englischkenntnisse
  - Deutschkenntnisse
- 

**Inhalt:**

Dieses Praktikum führt die Studierenden in das Gebiet der eingebetteten Mikrocontroller-Systeme ein. Basierend auf dem Stoff der Vorlesungen Digitaltechnik, Schaltungstechnik und Systemprogrammierung bearbeiten die Teilnehmer/-innen eine Problemstellung, die mittels einer „Maschine“ gelöst werden soll. Zusätzlich notwendiges Wissen wird vermittelt, damit diese „Maschine“ in 2er-Gruppen weitgehend selbständig aufgebaut werden kann.

Verwendet wird eine vom Lehrstuhl selbst entwickelte Platine auf Basis des AVR ATmega32 mit einem LCD-Display und einem ISM-Funkmodul. Schrittweise erfolgt der Löttaufbau des USB-Programmieradapters und der Hardware-Plattform mit Blick auf das zu realisierende Gesamtsystem. Während die Programmiermodule immer umfangreicher werden, wird mit zunehmender Erfahrung der Teilnehmer/-innen das System auf einem Lochrasterfeld durch eigene Schaltungen ergänzt und erweitert. Als Besonderheit darf die entwickelte „Maschine“ nach dem Ende des Praktikums von den Teilnehmern behalten werden.

Programmiert wird konsequent in C (und Inline-Assembler) und verwendet werden ausschließlich frei verfügbare Entwicklungshilfsmittel. Für einen kontinuierlichen Entwicklungsfortschritt im Zusammenspiel mit dem Hardwareaufbau ist es hierbei unerlässlich das bereits gewisse Erfahrungen in dieser Programmiersprache bestehen.

Nach Abschluss des Praktikums sind die Teilnehmer/-innen in der Lage ein Mikrocontroller-System für den Einsatz in einem Mess- oder Steuerungsprojekt aufzubauen, effektiv zu programmieren und Daten über eine Kurzstreckenfunkübertragung auszutauschen.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung "PEMSY" sind die Studierenden in der Lage die Konzepte und Verfahren der Mikrocontroller-Programmierung anzuwenden. Die Studenten lernen dabei eigene Software für Mikrocontroller zu entwickeln. Sie lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Komponenten wie z.B. Strukturelemente und On-Chip-Peripherie am Beispiel des Mikrocontrollers ATmega32 zu verstehen. Dabei analysieren sie deren Zeitverhalten, entwickeln Methoden zum Anschluss von Peripherie-Elementen und bewerten Wechselwirkungen zwischen Hard- und Software. Die Studierenden sind weiterhin nach der Veranstaltung in der Lage, eine Entwicklungsumgebung für Mikrocontroller anzuwenden, sie lernen folgende Aspekte zu verstehen:

- Software-Entwicklung unter Linux

- Erzeugung von lauffähigem Code auf einem Mikrocontroller
- Übertragung von Binärcode zum Mikrocontroller

Im Rahmen des Aufbaus zweier Platinen werden zusätzlich folgende Inhalte vermittelt:

- Löten an bedrahteten Bauelementen
- Aufbau von einer Programmieradapterschaltung
- Aufbau von einer Entwicklungsplattform mit integriertem Mikrocontroller und LCD-Display
- Systematische Fehlersuche

Durch die verwendeten Hard- und Software-Komponenten und generell gültigen Methodiken im Praktikum sind die erlernten Inhalte auch auf andere Mikrocontroller-Architekturen und Entwicklungssysteme übertragbar. Durch die Aufgabenstellungen des Praktikums sind die Studenten später in der Lage, folgende Kommunikationsschnittstellen zu verstehen und eigene Treiber dafür zu entwickeln:

- Serielle synchrone Datenübertragung (SPI)
- serielle asynchrone Datenübertragung (UART)
- parallele bidirektionale Datenübertragung über einen Bus

Weiterhin sind die Studenten nach dem Praktikum in der Lage folgende Kommunikationsprotokolle anzuwenden:

- Befehlssatz des LCD Controllers HD44780
- Befehlssatz eines ISM Funkmoduls

#### Literatur:

- Kernighan / Ritchie: The C Programming Language
- <http://www.like.eei.fau.de/lehre/lehveranstaltung/pemys.shtml>

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY) (Prüfungsnummer: 75301)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Praktikums-Aufgabenstellung lesen Praktikums-Unterlagen durcharbeiten Abschlusspräsentation mit Demonstration (10 Min.)

Erstbelegung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Wdh.

1. Prüfer: Albert Heuberger

#### Organisatorisches:

WS und SS, 1x semesterbegleitend in der Vorlesungszeit, 1x in der vorlesungsfreien Zeit als Blockpraktikum

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (PrHB)** 2.5 ECTS  
(Laboratory on Semiconductor and Device Metrology)

Modulverantwortliche/r: Tobias Dirnecker

Lehrende: Tobias Dirnecker, Michael Niebauer, Assistenten

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: halbjährlich (WS+SS)

Präsenzzeit: 45 Std.

Eigenstudium: 30 Std.

Sprache: Deutsch

### Lehrveranstaltungen:

Praktikum Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Anwesenheitspflicht, Michael Niebauer)

### Empfohlene Voraussetzungen:

- Grundkenntnisse zu Halbleiterbauelementen
- Vorlesung Halbleiter- und Bauelementemesstechnik empfehlenswert

### Inhalt:

Im Praktikum zur Halbleiter- und Bauelementemesstechnik wird ein Teil der in der gleichnamigen Vorlesung besprochenen Messverfahren praktisch durchgeführt. Zu Beginn des Praktikums wird die Relevanz der Messtechnik zur Prozesskontrolle aber auch in der Bauelementeentwicklung anhand eines typischen CMOS-Prozesses erläutert. Im Bereich Halbleitermesstechnik werden dann Versuche zur Scheibeneingangskontrolle, zu optischen Schichtdicken- und Strukturbreitenmessverfahren, sowie zur Profilmesstechnik durchgeführt. Im Bereich Bauelementemesstechnik werden MOS-Kondensatoren und MOS-Transistoren, Dioden, Widerstände und spezielle Teststrukturen elektrisch charakterisiert.

### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

#### *Fachkompetenz*

##### *Anwenden*

können physikalische und elektrische Mess- und Analysemethoden im Bereich der Halbleiter- und Bauelementemesstechnik anwenden

##### *Analysieren*

können Teststrukturen und Bauelemente mit geeigneten Methoden charakterisieren

##### *Evaluiieren (Beurteilen)*

können die entsprechenden Messergebnisse bewerten

#### *Lern- bzw. Methodenkompetenz*

können elektrische Messungen an Halbleiterscheiben, Teststrukturen und Bauelementen durchführen und auswerten

#### *Selbstkompetenz*

können in Gruppen kooperativ arbeiten und Messergebnisse gemeinsam reflektieren

### Literatur:

- Praktikumsskript
- Dieter K. Schroder: Semiconductor Material and Devices Characterization, Wiley-IEEE, 2006
- W.R. Runyan, T.J. Shaffner: Semiconductor Measurements and Instrumentations, McGraw-Hill, 1998
- A.C. Diebold: Handbook of Silicon Semiconductor Metrology, CRC, 2001

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### [1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Laborpraktikum Halbleiter- und Bauelementemesstechnik\_ (Prüfungsnummer: 75701)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

- Vorbereitung auf jeden Versuch
- Teilnahme an allen Versuchen (8 Versuche)
- Kontrolle der Vorbereitung auf die Versuche durch Diskussion der Versuchsinhalte während der Versuchsvorbesprechungen
- Anfertigung von Versuchsprotokollen
- Teilnahme am und Bestehen des Abschlusstests

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Tobias Dirnecker

---

**Organisatorisches:**

Durchführung als Blockpraktikum nach Absprache möglich

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Leistungselektronik (EAM/EMF-Prakt-Leist)** **2.5 ECTS**  
 (Laboratory Power Electronics)

Modulverantwortliche/r: Jens Igney

Lehrende: Martin März, Jens Igney, Markus Barwig, Martha Bugsch, Matthias Stiller,

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 30 Std.

Eigenstudium: 45 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Leistungselektronik (WS 2019/2020, Praktikum, 3 SWS, Jens Igney et al.)

---

**Inhalt:**

Das Praktikum dient der Vertiefung und praktischen Anwendung des in der Vorlesung Leistungselektronik erarbeiteten Stoffes. Es werden 6 Versuche in Dreiergruppen durchgeführt. Die Versuche 1-3 werden vom Lehrstuhl EAM, die Versuche 4-6 vom Lehrstuhl EMF durchgeführt.

Kurzbeschreibung der Versuche:

**1. Eigenschaften eines Insulated Gate Bipolar Transistors (IGBT)**

In diesem Versuch wird das Durchlaß- und Schaltverhalten eines IGBT und der antiparallelen Freilaufdiode bei Variation von Parametern, wie Gatewiderstand, Streuinduktivität usw., untersucht.

**2. Dreiphasiger Pulsumrichter**

Über einen dreiphasigen Pulsumrichter mit U/f-Steuerung wird eine Asynchronmaschine gespeist, die von einer Gleichstrommaschine belastet wird.

Untersucht werden die Netzspannungen und -ströme, die Motorspannungen und -ströme und interne Größen des Pulsumrichters bei Variation der Belastung.

**3. Unterbrechungsfreie Stromversorgung (Online) (USV)**

Untersucht wird das Betriebsverhalten einer serienmäßigen USV bei verschiedenen Netzstörungen und Belastungen.

**4. Flyback-Converter Schaltung**

An einer hochfrequent getakteten dc-dc Schaltung mit galvanischer Trennung von Eingangs- und Ausgangsspannung sollen Untersuchungen zu den folgenden Themen durchgeführt werden:

- kontinuierliche bzw. diskontinuierliche Betriebsart
- Realisierung mehrerer Ausgangsspannungen.

**5. Analyse eines dc-dc Schaltnetzteiles**

Untersucht werden sollen Fragestellungen aus den Bereichen

- Verlustmechanismen / Wirkungsgrad
- Schaltverhalten von MOSFETS
- Reduzierung von unerwünschten Oszillationen und Überspannungen.

**6. CUK - Converter**

Untersucht wird das Betriebsverhalten einer CUK-Converter Schaltung und die Möglichkeit zur Kompensation des Hochfrequenzstromes am Eingang bzw. Ausgang der Schaltung (magnetische Integration).

**Lernziele und Kompetenzen:**

Das Hauptziel ist die Vertiefung und Festigung des Vorlesungs- und Übungsstoffes der Leistungselektronik. Dazu bauen die Studierenden die Versuche teilweise selbst auf und führen Messungen durch. Die Messergebnisse werden mit Vorlesung und Übung verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.

**Literatur:**

EMF: Arbeitsblätter zur Vorlesung *Leistungselektronik*

EAM: Skript zur Vorlesung

Versuchsbeschreibungen

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Laborpraktikum Leistungselektronik\_ (Prüfungsnummer: 76101)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Das Praktikum besteht aus:

- häusliche Vorbereitung
- Dokumentation
- 6 Versuche

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Martin März

1. Prüfer: Jens Igney

---

**Organisatorisches:**

Vorlesung *Leistungselektronik*

**Bemerkungen:**

Bei allen Versuchen des Praktikums besteht Anwesenheitspflicht.

**Voraussetzung für die Teilnahme**

VL Leistungselektronik, beide Veranstaltungen können im gleichen Semester belegt werden.

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Mobilkommunikation (PrMoKo)** **2.5 ECTS**  
(Mobile Communications Laboratory)

Modulverantwortliche/r: Wolfgang Gerstacker  
Lehrende: Wolfgang Gerstacker

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 35 Std.	Eigenstudium: 40 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Mobilkommunikation (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Wolfgang Gerstacker et al.)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorkenntnisse aus Vorlesungen zu Nachrichtenübertragung (Communications) und Systemtheorie (Signals and Systems); das Modul "Mobile Communications" ist zwingend erforderliche Voraussetzung

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Digital Communications

**Inhalt:**

Experiments:

Mobile channels (2 experiments):

Characteristics of real mobile radio channels such as distortions and time variability, models for mobile radio channels, effects on the performance of a mobile radio system

Diversity and channel coding for the example GSM / EDGE:

Space, frequency and time diversity, interleaving and channel coding, Viterbi decoding, residual error structure, Hamming distance and diversity degree, theoretical limits, transmission of audio samples

Equalization of mobile radio channels for the example GSM / EDGE (2 experiments):

Principles of different equalization methods, equalizer design for GSM / EDGE, simulation of trellis-based equalizers and visualization of the results

CDMA and Rake receivers for the example UMTS:

Introduction to the operation of a CDMA system, characteristics of spreading and scrambling sequences, operation and performance of the rake receiver

Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM):

Principle of OFDM, implementation-relevant aspects such as nonlinearities and peak-to-average-power ratio, synchronization and equalization

Mobile network simulation for the examples GSM / EDGE and UMTS:

Cellular concept, system capacity, dynamic transmission power control, impact on connectivity quality, handover: principle and different criteria, impact of participant speed on performance

Versuche:

Mobilfunkkanäle (2 Versuche):

Eigenschaften realer Mobilfunkkanäle wie Verzerrungen und Zeitvarianz, Modelle für Mobilfunkkanäle, Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit eines Mobilfunksystems

Diversity und Kanalcodierung am Beispiel GSM/EDGE:

Raum-, Frequenz- und Zeit-Diversity, Interleaving und Kanalcodierung, Viterbi-Decodierung, Restfehlerstruktur, Hamming-Distanz und Diversity-Grad, theoretische Grenzen, Übertragung von Hörproben

Entzerrung von Mobilfunkkanälen am Beispiel GSM/EDGE (2 Versuche):

Prinzipien verschiedener Entzerrverfahren, Entzerreredesign für GSM/EDGE, Simulation von trellisbasierten Entzerrern und Visualisierung der Ergebnisse

CDMA und Rake-Empfänger am Beispiel UMTS:

Einführung in die Funktionsweise eines CDMA-Systems, Eigenschaften von Spreiz- und Verwürfelungssequenzen, Funktionsweise und Leistungsfähigkeit des Rake-Empfängers

Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM):

Prinzip von OFDM, implementierungsrelevante Aspekte wie Nichtlinearitäten und Spitzenwertfaktor, Synchronisation und Entzerrung

Funknetzsimulation am Beispiel GSM/EDGE und UMTS:

Zellulares Konzept, Systemkapazität, dynamische Sendeleistungsregelung, Auswirkung auf die Verbindungsqualität, Handover: Prinzip und verschiedene Kriterien, Auswirkung der Teilnehmergewindigkeit auf die Leistungsfähigkeit

### Lernziele und Kompetenzen:

The students

- describe the characteristics of real mobile radio channels,
- analyze the effect of channel coding and diversity techniques on the transmission quality,
- explain the principles of OFDM and CDMA transmission systems,
- implement equalization and adaptation procedures in Matlab,
- perform radio network simulations,
- learn to develop program code,
- work together in a small team.

Die Studierenden

- charakterisieren die Eigenschaften realer Mobilfunkkanäle,
- analysieren die Auswirkung von Kanalcodier- und Diversitätsverfahren auf die Übertragungsqualität,
- erklären die Funktionsweise von OFDM- und CDMA-Übertragungssystemen,
- implementieren Entzerrungs- und Adaptionenverfahren in Matlab,
- führen Funknetzsimulationen durch,
- erlernen Programmcode eingeständig zu entwickeln,
- arbeiten zielorientiert in einem kleinen Team zusammen.

### Literatur:

Skriptum zum Praktikum Mobilkommunikation

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Laborpraktikum Mobilkommunikation (Prüfungsnummer: 76401)

(englische Bezeichnung: Mobile Communications Laboratory)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Es sind 8 Versuche sowie eine Einführung in Matlab zu absolvieren. Diese sind in den Kursunterlagen beschrieben. Jeder Versuch ist zu Hause schriftlich vorzubereiten. Die Vorbereitung wird zu Beginn eines jeden Versuchs überprüft und bewertet (ausreichend/nicht ausreichend). Die Ergebnisse eines jeden Versuchs sind während der Versuchsdurchführung auf den Versuchsrechnern vorzuhalten (Programmieraufgaben) und werden zum Abschluss des Versuchs überprüft (ausreichend/nicht ausreichend). Messergebnisse sind schriftlich zu dokumentieren. Zum Bestehen des Praktikums sind 8 ausreichende Versuchsvorbereitungen und 8 ausreichende Versuchsdurchführungen notwendig.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Wolfgang Gersticker

**Organisatorisches:**

Die Unterrichts- und Prüfungssprache (Deutsch oder Englisch) kann individuell vom einzelnen Studierenden gewählt werden.

**Bemerkungen:**

Auf Wunsch kann das Praktikum in englischer Sprache durchgeführt werden.

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Roboternavigation (RoboNav-Pra)** **2.5 ECTS**  
 (Robot Navigation)

Modulverantwortliche/r: Jörn Thielecke  
 Lehrende: Henrik Bey, Moritz Sackmann

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 30 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Roboternavigation (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Henrik Bey et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Keine formalen Voraussetzungen, geeignet für Masterstudium, der Besuch der Vorlesung Eingebettete Navigationssysteme, Multimediakommunikation und/oder einer Vorlesung zu Regelungstechnik ist hilfreich. Kenntnisse in Python sind erforderlich. Eine Kombination mit dem Seminar Roboternavigation bietet sich an, ist aber nicht zwingend.

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Integrierte Navigationssysteme

---

**Inhalt:**

1. Einstieg in ROS
  - Einrichtung des Roboter Operating Systems der Open Source Robotics Foundation (OSRF) und Einführung in das Betriebssystem (Linux Ubuntu in Virtual Box)
2. Sensoren: Laserscanner, Kamera und WLAN
  - Kantendetektion mit Laserscanner (Tiefeninformation)
  - Kantendetektion mit KinectKamera: OpenCV (Computer Vision)
  - Navigation mit WLAN (Fingerprinting)
3. Sensordatenfusion: Kalman Filter
4. Robotersteuerung
  - Autonom und durch Mensch-Maschine-Interaktion
  - Bahnplanung
  - Längs- und Querregelung
5. Integration der Komponenten zur Lösung einer Navigationsaufgabe
  - Eine Ortungsaufgabe - Wettbewerb
  - Transfer auf realen Roboter

**Lernziele und Kompetenzen:**

1. Sie entwickeln ein grundlegendes Verständnis, wie ein Roboter-Betriebssystem (ROS - Robot Operating System, [www.ros.org](http://www.ros.org)) aufgebaut sein kann. Sie setzen es für einfache Navigationsaufgaben ein.
2. Sie entwickeln ein grundlegendes Verständnis, wie aus Sensordaten Merkmale extrahiert und mittels Sensorfusion zur Navigation eingesetzt werden.
3. Sie vollziehen nach, wie ein Roboter mittels Gestik gesteuert werden kann oder selbst seine Bahn anhand einer Karte plant und dieser folgt.
4. Sie erlernen Grundkenntnisse in der Programmiersprache Python

**Literatur:**

Skriptum zur Lehrveranstaltung

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik

(Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Roboternavigation (Prüfungsnummer: 77101)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

unbenotet

Zu jedem der zehn Laborversuche werden die häusliche Vorbereitung, die Durchführung sowie die Interpretation der Simulations- und Messergebnisse mit einem kleinen Fragenkatalog online geprüft. Alle Versuche müssen bestanden sein, ein nicht bestandener Versuch kann am Praktikumsende wiederholt werden.

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Jörn Thielecke

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Sensor-Technologie (SenTech)** **2.5 ECTS**  
(Sensor technology Laboratory)

Modulverantwortliche/r: Stefan J. Rupitsch

Lehrende: Florian Hubert

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 15 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Sensor-Technologie (WS 2019/2020, Praktikum, 4 SWS, Anwesenheitspflicht, Florian Hubert)

---

**Inhalt:**

- Kraftsensor auf Basis des piezoresistiven Effekts
- Berechnung von Sensorparametern mit MATLAB
- Maskenlayout
- Maskentechnik/Photolithographie
- Nasschemisches Ätzen
- Schichtdickenbestimmung
- Topologiemessung
- Leitungstypbestimmung
- Diffusion/Oxidation/Dotierung
- Sensorcharakterisierung

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- Erarbeiten sich im Zuge der Vorbereitung die nötigen Fachkenntnisse für den jeweiligen Versuch
  - Erläutern die verwendeten Verfahren anhand von Vorbereitungsfragen
  - Wenden ihr Wissen auf die Auslegung eines Sensors an
  - Erarbeiten in der Gruppe geeignete Lösungsansätze für gestellte Messaufgaben und evaluieren diese anhand der gewonnenen Daten
  - Hinterfragen und evaluieren die vorgestellten Mess- und Herstellungsverfahren
  - Überprüfen und beurteilen die Funktionsfähigkeit des hergestellten piezoresistiven Sensors
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Laborpraktikum Sensor-Technologie (Prüfungsnummer: 77001)

(englische Bezeichnung: Laboratory course: Sensor Technology)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

häusliche Vorbereitung, Durchführung von Versuchen, Kolloquium

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Stefan J. Rupitsch

---

---

**Modulbezeichnung:** **Sensorik-Praktikum (PR SEN)** **2.5 ECTS**  
 (Sensors Laboratory)

Modulverantwortliche/r: Stefan J. Rupitsch  
 Lehrende: Patrick K. Kroh

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 30 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Sensorik-Praktikum (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Anwesenheitspflicht, Patrick K. Kroh)

---

**Inhalt:**

Das Praktikum befasst sich mit der automatisierten Erfassung und Verarbeitung von Sensor- und Messsignalen. Da es sich um Versuche aus den Gebieten Sensorik mechanischer Größen, Messsignalverarbeitung und Programmierung von Messplätzen handelt, werden hauptsächlich Studenten aus den Studienrichtungen EEI und Mechatronik, aber auch MB und CE angesprochen. Die Versuche umfassen im Einzelnen die Themen

- Grundlagen zur graphischen Programmierung mit NI LabVIEW, Generierung und Erfassung von Signalen, virtuelles Oszilloskop, virtueller Funktionsgenerator
- Messung von Winkel und Drehzahl (Einsatz unterschiedlicher Messprinzipien)
- Charakterisierung von Störungen und Rauschen, Analyse im Zeit- und Frequenzbereich, Filterung von Messsignalen
- Was ist „Echtzeit“? Synchronisation von Abläufen, Einsatz von FPGAs

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- Erarbeiten sich im Zuge der Vorbereitung die nötigen Fachkenntnisse für den jeweiligen Versuch
  - Erläutern die verwendeten Verfahren anhand von Vorbereitungsfragen
  - Wenden ihr Wissen auf die Automatisierung eines Messplatzes an
  - Erarbeiten in der Gruppe geeignete Lösungsansätze für gestellte Messaufgaben und evaluieren diese anhand der gewonnenen Daten
  - Hinterfragen und evaluieren die vorbereiteten Messschaltungen
  - Überprüfen und beurteilen der verwendeten Sensoren
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Laborpraktikum Sensorik (Prüfungsnummer: 76901)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Durchführung von 10 Versuchen. Zu jedem Versuch ist eine häusliche Vorbereitung notwendig. Die häusliche Vorbereitung, die Durchführung der Versuche sowie die Interpretation der Ergebnisse werden in einem Kolloquium mündlich geprüft. Zum Scheinerwerb müssen alle Versuche bestanden sein.

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Wdh.

1. Prüfer: Stefan J. Rupitsch

---

**Organisatorisches:**  
Sensorik, CM

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum für systematischen Entwurf programmierbarer Logikbausteine (PR PLD)** **2.5 ECTS**  
 (Laboratory Design Methodology for Programmable Logic Devices)

Modulverantwortliche/r: Robert Weigel  
 Lehrende: Torsten Reißland

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 30 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum für systematischen Entwurf programmierbarer Logikbausteine (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Anwesenheitspflicht, Torsten Reißland)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Grundlagen digitaler Schaltungen

---

**Inhalt:**

In diesem Praktikum wird eine Einführung in den systematischen Entwurf Programmierbarer Logikbausteine geben. Außerdem werden Grundkenntnisse in der Hardwarebeschreibungs- und Programmiersprache VHDL vermittelt. Auch alternative Eingabeformate, wie die Fuse-Map oder über Einfügen von Schaltplänen werden vorgestellt. Nach der Simulation werden die erstellten Programme auf realer Hardware, einem FPGA-Board, per „In-System-Programmierung“ getestet. Es besteht Anwesenheitspflicht.

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse in VHDL
- Die Studierenden verstehen die der Hardware-Programmierung zu Grunde liegenden Systematik
- Die Studierenden analysieren und vergleichen unterschiedliche Ansätze von Hardware-Beschreibungsmöglichkeiten
- Die Studierenden vertiefen die Grundlagen der Digitaltechnik
- Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, einfache Problemstellungen systematisch in eine Hardwarebeschreibung umzusetzen

**Literatur:**

Tietze/Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer Verlag

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine (PLD) (Prüfungsnummer: 77201)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

1. Vorbereitung aller im Skript enthaltenen Versuche vor Besuch des Praktikums
2. Durchführung aller Versuche mit anschließender Abnahme durch den Betreuer
3. Vollständige und ausführliche schriftliche Dokumentation der Versuche und Beantwortung aller im Skript enthaltenen Fragen

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Wdh.  
1. Prüfer: Robert Weigel

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Technologie der Silizium-Halbleiterbauelemente (PrTESI)** **2.5 ECTS**  
 (Laboratory on Silicon Semiconductor Processing)

Modulverantwortliche/r: Tobias Dirnecker  
 Lehrende: Tobias Dirnecker, u.a.

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 30 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Technologie der Silizium-Halbleiterbauelemente (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Anwesenheitspflicht, Tobias Dirnecker)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Grundkenntnisse zu Halbleiterbauelementen
- Vorlesung Technologie Integrierter Schaltungen empfehlenswert

---

**Inhalt:**

Das Praktikum zur Technologie der Silizium-Halbleiterbauelemente vermittelt einen ersten praktischen Einstieg in die Halbleitertechnologie. Im Verlauf des Herstellungsprozesses einer Solarzelle werden die Herstellungsschritte Oxidation, Implantation, Lithographie, Ätzen und Metallisierung durchgeführt. Darüber hinaus werden wichtige Messverfahren zur Prozesskontrolle wie Schichtdickenmessverfahren, Schichtwiderstandsmessverfahren vorgestellt und zum Schluss die hergestellten Solarzellen an Hand ihrer Strom/Spannungs-Kennlinie elektrisch charakterisiert (Wirkungsgrad etc.).

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

*Fachkompetenz*

*Verstehen*

verstehen die Funktionsweise von Solarzellen

*Anwenden*

können typische Prozessgeräte und Methoden der Prozesskontrolle in einer Halbleiterfertigung erklären

*Analysieren*

sind in der Lage, verschiedene Technologieschritte hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile zu analysieren

*Lern- bzw. Methodenkompetenz*

sammeln praktische Erfahrung im Umgang mit Halbleiterscheiben unter den besonderen Arbeitsbedingungen eines Reinraumes

**Literatur:**

- Praktikumsskripte
- Frey, L.: Skripten zu den Vorlesungen *Technologie integrierter Schaltungen* und *Prozessintegration und Bauelementarchitekturen* (am Lehrstuhl erhältlich)
- Götzberger, A., Voß, B., Knobloch, J.: *Sonnenenergie: Photovoltaik*, Teubner Verlag, Stuttgart, 1994

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Laborpraktikum Technologie der Silizium-Halbleiterbauelemente (Prüfungsnummer: 77301)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

- Vorbereitung auf jeden Versuch
- Teilnahme an allen Versuchen (8 Versuche)
- Kontrolle der Vorbereitung auf die Versuche durch Diskussion der Versuchsinhalte während der Versuchsvorbesprechungen
- Anfertigung von Versuchsprotokollen
- Teilnahme und Bestehen des Abschlusstests

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Tobias Dirnecker

---

**Organisatorisches:**

Teilnahme an den Vorbesprechungen und Versuchen erforderlich

Die Anwesenheit an den Versuchen ist verpflichtend, da der Kompetenzerwerb im Umgang mit Messgeräten und Software nur durch die Präsenz im Labor oder am entsprechenden Rechnerarbeitsplatz mit Spezialsoftware erlangt werden kann.

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung (PR ADS)** **2.5 ECTS**  
 (Laboratory Architectures for Digital Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: Torsten Reißland  
 Lehrende: Torsten Reißland

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 30 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung (WS 2019/2020, Praktikum, 3 SWS, Anwesenheitspflicht, Torsten Reißland)

---

**Inhalt:**

- Aufbau einer akustischen FSK Datenverbindung
- Einführung in die VHDL Programmierung eines FPGAs
- Erzeugung einer PRBS Sequenz
- Effiziente Implementierung eines Sinusgenerators mit Hilfe des Cordic Algorithmus
- Digitale Filterung
- Demodulation/Detektion

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Die Studierenden erlangen Grundlagenkenntnisse in der Programmierung mit MATLAB und VHDL
- Die Studierenden sind in der Lage, eine digitales Datenübertragungssystem vom Sender bis zum Empfänger theoretisch zu konzeptionieren, in MATLAB zu simulieren und praktisch in VHDL auf einem FPGA umzusetzen
- Die Studierenden erhalten die theoretische und praktische Fähigkeit, digitale Signale zu definieren, zu verarbeiten, digitale Filter zu erzeugen und Signale mit diesen zu manipulieren
- Die Studierenden verstehen die Schnittstelle zwischen der digitalen und analogen Ebene und sind in der Lage, diese Schnittstellen auf einem FPGA Evaluation Board zu verwenden

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung (Prüfungsnummer: 182405)

(englische Bezeichnung: Laboratory Architectures for Digital Signal Processing)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Praktikumsleistung: Erfolgreiche Simulation und Implementierung des geforderten Übertragungssystems

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Georg Fischer

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Digitale Übertragung (PrDÜ)** **2.5 ECTS**  
 (Digital Communications Lab)

Modulverantwortliche/r: Robert Schober  
 Lehrende: Clemens Stierstorfer

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 35 Std.	Eigenstudium: 40 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Digitale Übertragung (WS 2019/2020, Praktikum, 3 SWS, Clemens Stierstorfer)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Das Praktikum richtet sich ausschließlich an Studierende, die das Moduls "Digitale Übertragung" bereits absolviert haben oder es parallel zum Praktikum belegen. Die Inhalte dieses Moduls sind unabdingbare Grundlage und werden von den Studierenden beherrscht, d.h., sie können die entsprechenden Zusammenhänge erklären, Problemstellungen mathematisch formulieren und benötigte Größen berechnen.

Grundlegende Kenntnisse der Software MATLAB sind notwendig (bspw. aus "Software für die Mathematik" oder "Simulationstools").

---

**Inhalt:**

- 1 Digital Transmission of Data 1.1 Introduction, Background, Motivation 1.2 Purpose 1.3 Lab Environment 1.3.1 Transmitter 1.3.2 Receiver 1.4 Lab Exercises 1.4.1 Signal Generation at the Transmitter 1.4.2 (Coherent) Receivers for Pulse Amplitude Modulation 1.4.3 Transmission over the AWGN Channel
- 2 Implementation of Transmitter and Receiver in Matlab 2.1 Introduction, Background, Motivation 2.2 Purpose 2.3 Lab Environment 2.3.1 Oversampling factor 2.3.2 Transmitter 2.3.3 Channel 2.3.4 Receiver 2.4 Lab Exercises 2.4.1 Transmitter 2.4.2 Channel 2.4.3 Receiver 2.4.4 BER calculation
- 3 Variants of PAM-Transmission Schemes 3.1 Introduction, Background, Motivation 3.2 Purpose 3.3 Lab Environment 3.4 Lab Exercises 3.4.1 Basic Pulse Shape 3.4.2 Offset-QAM 3.4.3 Gaussian Minimum Shift-Keying 3.4.4 "Carrierless" Amplitude and Phase Modulation
- 4 OFDM 4.1 Introduction, Background, Motivation 4.1.1 Orthogonal Frequency-Division Multiplexing 4.1.2 Bit Loading 4.2 Purpose 4.3 Lab Environment 4.4 Lab Exercises 4.4.1 OFDM Transmitter 4.4.2 OFDM Receiver 4.4.3 Bit Loading
- 5 Signal Space Representation 5.1 Introduction, Background, Motivation 5.2 Purpose 5.3 Lab Environment 5.4 Signal Space Representation 5.4.1 Orthogonality 5.4.2 Orthogonalization 5.5 Lab Exercises 5.5.1 Transmission with signal elements 5.5.2 Gram-Schmidt Procedure 5.5.3 Frequency Shift Keying
- 6 Signal Processing in MIMO Systems 6.1 Introduction, Background, Motivation 6.2 Lab Environment 6.3 Lab Exercises 6.3.1 System Model 6.3.2 SISO 6.3.3 SIMO 6.3.4 MIMO

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden vertiefen und erweitern ihre Kenntnisse der digitalen Nachrichtenübertragungsverfahren und der zugehörigen mathematischen Grundlagen anhand von Laborversuchen. Sie analysieren die Eigenschaften digitaler Pulsamplitudenmodulation und Varianten digitaler PAM. Dazu erzeugen sie im Labor mit der zur Verfügung gestellten Ausrüstung Sendesignale, die sie mit Hilfe üblicher Messgeräte (Oszilloskop, Effektivwertmesser) analysieren. Sie bauen nach Anleitung Übertragungsstrecken für diese PAM-Verfahren auf und untersuchen die Effekte auf Empfängerseite. Sie bestimmen Störabstände, Fehlerraten usw.

Des weiteren setzen die Studierenden ihre Kenntnisse der PAM-Übertragungsverfahren in selbst erstellte MATLAB-Routinen um, die die Simulation einer kompletten PAM-Übertragung mit Sender, Kanal und Empfänger am Rechner modellieren. In einem weiteren Versuch ergänzen die Studierenden dieses Modell um eine OFDM-Übertragung und analysieren die Funktionsweisen von OFDM-Sendern und -empfängern. Sie untersuchen die Arbeitsweise von Ladealgorithmen bei OFDM-Systemen und implementieren diese in MATLAB.

Die Studierenden verdeutlichen sich das Konzept der Signalraumdarstellung in der digitalen Übertragung und implementieren ein beispielhaftes System in MATLAB. Sie erstellen Routinen zur Gram-Schmidt-Orthogonalisierung und zur FSK-Übertragung in MATLAB. Die Studierenden analysieren einfache MIMO-Szenarien und implementieren entsprechende Empfängeralgorithmien.

Die Studierenden bereiten die Bearbeitung der Versuche im Labor anhand der ausgegebenen Unterlagen und den Unterlagen zum Modul "Digitale Übertragung" selbständig vor. Sie sind in der Lage, die für den jeweiligen Versuch notwendigen theoretischen Kenntnisse vor und während des Versuchs zu erklären und zur Lösung der Laboraufgaben und vorbereitenden Hausaufgaben einzusetzen. Sie dokumentieren die durchgeführten Versuche selbständig in ihren Unterlagen, so dass die Nachvollziehbarkeit der Arbeiten durch die Betreuer jederzeit gegeben ist. Die Arbeit im Labor organisieren sie in Kleingruppen (2-3 Personen) selbst. Sie erkennen die Notwendigkeit gewisserhafter Vorbereitung der Lerninhalte und disziplinierter Arbeitsweise im Labor.

Die Unterrichtssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch. Unterlagen werden ausschließlich auf Englisch zur Verfügung gestellt, weswegen die Studierenden die englischen Fachtermini kennen und nutzen.

#### Literatur:

- Skriptum zum Praktikum
- Skriptum zur Vorlesung Digitale Übertragung bzw. Digital Communications
- übliche Standardlehrwerke zur Thematik (Proakis, Haykin usw.)

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Praktikum Digitale Übertragung (Prüfungsnummer: 35111)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Es sind 6 Versuche zu absolvieren. Diese sind in den Kursunterlagen beschrieben. Jeder Versuch ist zu Hause schriftlich vorzubereiten. Die Vorbereitung wird zu Beginn eines jeden Versuch überprüft und bewertet (ausreichend/nicht ausreichend). Die schriftliche Vorbereitung ist vor Beginn des Versuchs zusätzlich auf StudOn elektronisch einzureichen. Die Ergebnisse eines jeden Versuchs sind während der Versuchsdurchführung auf den Versuchsrechnern vorzuhalten (Programmieraufgaben) und werden zum Abschluss des Versuchs überprüft (ausreichend/nicht ausreichend). Messergebnisse sind schriftlich zu dokumentieren. Zusätzlich sind erstellte Dateien und Unterlagen in Anschluss an die Versuchsdurchführung elektronisch auf StudOn zu hinterlegen. Zum Bestehen des Praktikums sind 6 ausreichende Versuchsvorbereitungen und 6 ausreichende Versuchsdurchführungen notwendig. Die Teilnahme an einer einführenden Unterweisung in die verwendeten Geräte und die Lernplattform StudOn ist Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum.

Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Robert Schober

#### Organisatorisches:

Die Unterrichts- und Prüfungssprache (Deutsch oder Englisch) kann individuell vom einzelnen Studierenden gewählt werden.

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Elektrische Antriebstechnik** **2.5 ECTS**  
**MA (EAM-Prakt-ANT.MA)**  
 (Laboratory Electrical Drives MA)

Modulverantwortliche/r: Ingo Hahn

Lehrende: Jens Igney, Martha Bugsch, Karsten Knörzer, Johannes Wagner

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 45 Std.

Eigenstudium: 30 Std.

Sprache: Deutsch

---

### Lehrveranstaltungen:

Anwesenheit ist bei der Vorbesprechung und allen Versuchen verpflichtend.

Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA (WS 2019/2020, Praktikum, 3 SWS, Jens Igney et al.)

---

### Inhalt:

Das Praktikum dient zur Vertiefung und praktischen Anwendung des in den Vorlesungen auf dem Gebiet der Antriebstechnik erarbeiteten Stoffes. Es werden sieben Versuche in Zweier- bis maximal Dreier-Gruppen durchgeführt.

Vor Beginn der Praktikumsversuche findet eine Einführungsveranstaltung zur verwendeten Meßtechnik und zur Programmierung speicherprogrammierbarer Steuerungen statt.

*Kurzbeschreibung der Versuche:*

#### **Netzgeführte Stromrichter (V1)**

Es werden netzgeführte Stromrichterschaltungen behandelt, die außer bei Gleichstromantrieben auch bei Umrichterantrieben eingesetzt werden. Hierunter zählen zum einen ungesteuerte Gleichrichter für Umrichter mit Gleichspannungs-Zwischenkreis und zum anderen steuerbare, netzgeführte Stromrichter für Umrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis und für Direktumrichter. Diese Schaltungen werden durch Auswertung der Zeitverläufe von Strömen und Spannungen in ausgewählten Betriebspunkten analysiert. Außerdem werden gemäß einschlägiger Definitionen Kennwerte dieser elektrischen Größen ermittelt und ausgewertet.

#### **Transistorsteller (V2)**

In diesem Versuch werden die verschiedenen Varianten der Gleichstromsteller gezeigt: Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller, Zwei- und Vierquadrantensteller. Alle Varianten werden mit IGBTs und Dioden im Leistungsteil aufgebaut. Die Steuerung erfolgt mit Hilfe eines Pulsweitenmodulators. Die Steller speisen eine Gleichstrommaschine, die mit Hilfe einer anderen Gleichstrommaschine belastet werden kann. Durch diesen Versuchsaufbau ist es möglich, Ansteuerverfahren und Funktionsweisen kennenzulernen, Kennlinien und Wirkungsgrade experimentell zu ermitteln.

#### **Stationäres Betriebsverhalten einer Asynchronmaschine (V4)**

Zuerst werden durch Messungen im Leerlauf und Stillstand die Parameter des Ersatzschaltbildes meßtechnisch bestimmt. Mit Hilfe der Parameter werden die Stromortskurve und die Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie berechnet. Durch Belastungsmessungen werden verschiedene Punkte auf den Kennlinien meßtechnisch überprüft. Anschließend wird bei konstanter Belastung und verschiedenen Drehzahlen der Einfluß der Drehzahlverstellung mit Zusatzwiderständen und mit Spannungsverstellung auf die Leistungsbilanz durch Leistungsmessungen ermittelt.

#### **Umrichtergespeister Asynchronmotor (V5)**

Eine Asynchronmaschine wird mit einem Pulsumrichter mit einstellbarer Spannung und Frequenz betrieben. Zunächst wird der Betrieb mit  $U/f = \text{konst.}$  bei unterschiedlichen Belastungen und Modulationsverfahren meßtechnisch untersucht. Der Motor wird sowohl im Grunddrehzahlbereich unterhalb der Nennfrequenz als auch im Feldschwächbereich betrieben. Dabei werden die Ständerspannungen und Ständerströme aufgezeichnet und deren Frequenzspektrum bei verschiedenen Modulationsverfahren des Pulsumrichters ausgewertet. Anschließend wird der Asynchronmotor an einem Pulsumrichter mit feldorientierter Regelung betrieben. Es werden wieder Spannungen und Ströme bei verschiedenen Belastungen aufgezeichnet und die Frequenzspektren ausgewertet. Die Auswertungen beim Betrieb mit  $U/f = \text{konst.}$  und feldorientierter Regelung werden verglichen.

#### **Konventionelle und speicherprogrammierbare Steuerungen (V6)**

Zunächst werden die Grundlagen der Steuerungstechnik und die Realisierung dieser Steuerungsfunk-

tionen mit einer konventionellen Schützsteuerung bzw. mit einer modernen speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) erläutert. Im Versuch selbst wird ein Modell eines Lastenaufzuges gesteuert, das am Lehrstuhl zur Verfügung steht (2 Stockwerke, pro Stock eine Schachttür, keine Tür in der Lastenkabine, Maßstab ca. 1:5). Dazu muß die Steuerung der unteren Tür mit einer Schützsteuerung verdrahtet werden. Die obere Tür wird mit einer SPS (SIMATIC S7) verbunden, die dann entsprechend der erforderlichen Steuerung programmiert werden muß. Zusammen mit den bereits fertigen Steuerungsfunktionen für das Verfahren der Aufzugskabine ist das Modell am Ende des Versuchsnachmittages voll funktionsfähig.

#### **Digitale Regelung eines Vierquadranten-Antriebs (V10)**

Ein Gleichstromantrieb mit einer Gegenparallelschaltung von zwei B6-Thyristorbrücken wird mit einer digitalen Regelung betrieben. Die Regelung wird schrittweise in Betrieb genommen und die zugehörigen Parameter werden mit Hilfe eines Personalcomputers in das Gerät geladen. Das dynamische Verhalten der Regelung wird bei verschiedenen Betriebszuständen durch Sprungantworten aufgezeichnet und mit den erwarteten Eigenschaften verglichen.

#### **Digitale Regelung eines Drehstrom-Servoantriebes (V11)**

Servoantriebe haben die Aufgabe, Maschinenteile exakt zu positionieren oder entlang bestimmter Bahnkurven zu bewegen. Sie werden zum Beispiel in der Fertigungstechnik (Werkzeugmaschinen, Industrierobotern, usw.) eingesetzt. Heutzutage werden üblicherweise Drehstrommaschinen als Servomotoren gebraucht. Man unterscheidet bei diesen Motoren zwei Varianten: den älteren Blockstrom- und den moderneren Sinusstrommotor.

In diesem Versuch wird eine permanenterregte Synchronmaschine mit Sinusstrom untersucht. Neben der Wirkungsweise des Motors liegt der Schwerpunkt des Versuches auf dem Verständnis der digitalen Regelung.

#### **Lernziele und Kompetenzen:**

Das Hauptziel ist die Vertiefung und Festigung des Vorlesungs- und Übungsstoffes von Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik und gewählter Kern- und Vertiefungsmodulen der Elektrischen Antriebstechnik. Dazu bauen die Studierenden die Versuche teilweise auf und führen Messungen durch. Die Messergebnisse werden mit Vorlesungen verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.

#### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

#### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA\_\_ (Prüfungsnummer: 490782)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Das Praktikum besteht aus:

- häusliche Vorbereitung
- Dokumentation
- 7 Versuche

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Ingo Hahn

#### **Bemerkungen:**

Das Praktikum ist nur für Master-Studierende. Anmeldung nur über StudOn

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Elektrische Energieversorgung (PR-EEV)** **2.5 ECTS**  
 (Laboratory Electrical Power Systems)

Modulverantwortliche/r: Matthias Luther  
 Lehrende: Matthias Luther, Assistenten

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 75 Std.	Eigenstudium: k.A. Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Elektrische Energieversorgung (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Gert Mehlmann et al.)

---

**Inhalt:**

Es werden folgende Versuche durchgeführt:

- Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ), am Demonstrationsmodell für Kraftwerks- und Netztechnik
- Regelung in der elektrischen Energieversorgung, am Demonstrationsmodell für Kraftwerks- und Netztechnik
- Wirkungsweise des Distanzschutzes, am Demonstrationsmodell für Kraftwerks- und Netztechnik
- Digitaler Motorschutz, am Demonstrationsmodell für Kraftwerks- und Netztechnik
- Digitale Signalverarbeitung in der elektrischen Energieversorgung: Komponentenfilter
- Digitale Lastfluß- und Kurzschlußstromberechnung

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studenten

analysieren die grundlegenden technischen Zusammenhänge elektrischer Energiesysteme, analysieren das Betriebsverhalten von Komponenten elektrischer Energiesysteme, analysieren die Schutzverfahren elektrischer Betriebsmittel, bewerten die Ergebnisse der Versuche gemäß ingenieurwissenschaftlichen Aspekten, legen wissenschaftlich fundiert Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme aus, entwickeln Regelstrategien für elektrische Energiesysteme und entwickeln technische Lösungen zu realitätsnahen Problemstellungen elektrischer Energiesysteme.

Nach der Teilnahme an diesem Praktikum sind die Studenten zudem in der Lage sich eigenständig in ein Fachthemengebiet einzuarbeiten, eine wissenschaftliche Dokumentation eines Versuchs fachlich fundiert und strukturiert anzufertigen, sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu dem durchgeführten Versuch stellen.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Elektrische Energieversorgung (Prüfungsnummer: 126738)

(englische Bezeichnung: Laboratory Electrical Power Systems)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Die Prüfungsleistung setzt sich zusammen aus der Vor- und Nachbereitung sowie der Durchführung von 6 Versuchen. Die Anwesenheitspflicht gilt für die Durchführung und bei manchen Versuchen auch die Nachbesprechung. Für die Nachbesprechung gilt es, den Versuch gemäß wissenschaftlicher Praxis zu dokumentieren und die Beobachtungen anhand von gestellten Fragen zu interpretieren. Erst nach Ausstellung des Vortestats und des Testats für alle Versuche gilt das Praktikum als bestanden.

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Angabe  
1. Prüfer: Matthias Luther

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen II (PrEIS II)** **2.5 ECTS**  
 (Digital Design Lab II)

Modulverantwortliche/r: Sebastian M. Sattler

Lehrende: Florian Deeg

---

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 45 Std.

Eigenstudium: 30 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen II (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Florian Deeg et al.)

---

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Entwurf Integrierter Schaltungen I

Entwurf Integrierter Schaltungen II

---

**Inhalt:**

Im Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen II geht es um Automaten und ihre asynchrone Realisierung sowie die Beschreibung dynamischer Effekte durch Vierwertigkeit. Motiviert ist die Untersuchung asynchroner Schaltungen durch ihre Vorteile gegenüber synchronen, wie Robustheit, weniger Abstrahlung, weniger Energieverbrauch und höhere Geschwindigkeit. Eine synchrone Schaltung muss etwa auf eine Taktflanke warten, eine asynchrone Schaltung hingegen ist in ihrer Geschwindigkeit nur durch die Laufzeit ihrer Gatter beschränkt. Allerdings wirken sich hier kurzzeitige Fehler, wie etwa Hazards, weit stärker aus, da es keine Synchronisation durch einen Takt gibt. Die Untersuchung eben dieser vielversprechenden Schaltungsstrukturen sowie der korrekte Umgang mit dynamischen Effekten ist daher das Ziel dieses Praktikums.

- Einführung der Vierwertigkeit zur Veranschaulichung der dynamischen Effekte bei der Zweiwertigkeit
- Untersuchung der wesentlichen Effekte logischer Schaltungen an Beispielen
- Wiederholung der notwendigen Methoden aus der digitalen Schaltungstechnik
- Aufbau von Automaten am Steckbrett
- Aufbau von Automaten in einer  $\mu\text{C}$ -Umgebung
- Koppeln der Automaten zu einem Gesamtsystem
- Realisierung eines Geschicklichkeitsspiel aus den gekoppelten Automaten

**Lernziele und Kompetenzen:**

FACHKOMPETENZ

Verstehen

- erklären die Vierwertigkeit und veranschaulichen dynamische Effekte
- formulieren die Vor- und Nachteile einer asynchronen Schaltung gegenüber einer synchronen

Erschaffen

- entwerfen einen Automaten in einer  $\mu\text{C}$ -Umgebung
- erstellen eines Komplettsystems aus mehreren Automaten

LERN- BZW. METHODENKOMPETENZ

- erwerben praktische Erfahrungen im Erstellen von Automaten mit einer  $\mu\text{C}$ -Umgebung

SELBSTKOMPETENZ

- können in Gruppen kooperativ arbeiten und verbinden die einzelnen Automaten zu einem Gesamtsystem

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen II (Prüfungsnummer: 605944)

(englische Bezeichnung: Digital Design Lab II)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

- häusliche Vorbereitung auf die  $\mu$ C-Entwicklungsumgebung Arduino
- Aufbau der Automaten-schaltung am Steckbrett
- Aufbau der Automaten-schaltung in  $\mu$ C-Umgebung
- Präsentation und Erläuterung der Schaltung mit Diskussion

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Sebastian M. Sattler

---

**Organisatorisches:**

Anmeldung im Sekretariat 01.037 des LZS, Paul-Gordan-Str. 5 (Röthelheim-Campus), Tel. 85-23100 oder <mailto:lzs-sek@fau.de> Voraussetzung: V+Ü Entwurf Integrierter Schaltungen I und/oder V+Ü Entwurf Integrierter Schaltungen II

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2 (HFSSPr)** **2.5 ECTS**  
 (Laboratory: Microwave Engineering 2)

Modulverantwortliche/r: Jan Schür  
 Lehrende: Jan Schür, u. Mitarbeiter

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum HF-Schaltungen und Systeme (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Jan Schür)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Hochfrequenztechnik
- HF-Schaltungen und Systeme (Praktikum vorlesungsbegleitend)

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Hochfrequenztechnik

---

**Inhalt:**

Theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 2, zu HF-Messtechnik, aktiven HF-Bauteilen und HF-Simulationstechnik werden durch vorlesungsbegleitende Experimente im Praktikum vertieft. In Kleingruppen zu 2-3 Studierenden werden acht Versuche zu folgenden Themen der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik durchgeführt:

- Hochfrequenzverstärker
- Mischer und Frequenzvervielfacher
- Hochfrequenzoszillatoren
- Rechnergestützter HF-Schaltungsentwurf
- 3D-Feldsimulation von HF-Komponenten
- Antennenentwurf
- Verstärkerentwurf
- Satellitenfunk

Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für Radaranwendungen, in einer Vielzahl von drahtlosen Kommunikationsanwendungen, im Automobilbereich und im industriellen Umfeld der HF-Messgeräteentwicklung und Materialcharakterisierung. Durch das Praktikum erhalten die Studierenden einen praktischen Einblick in die wichtigsten Arbeitsgebiete der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 2, zu HF-Messtechnik, aktiven HF-Bauteilen und HF-Simulationstechnik durch vorlesungsbegleitende Experimente analysieren und evaluieren.
- können modernste HF-Messtechnik und Simulationssoftware anwenden und Ergebnisse vergleichen.
- sind in der Lage, wichtige Bauelemente wie z. B. Oszillatoren und Verstärker einzusetzen und zu analysieren
- evaluieren die technische und wissenschaftliche Bedeutung aktiver HF-Geräte in der Praxis.

Sie sind damit in der Lage, komplexe HF-Systeme in der Praxis zu erschaffen und zu dimensionieren, die als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik gelten.

**Literatur:**

Zinke, O., Brunswig, H., Hochfrequenztechnik 1, Springer Verlag, Berlin, 1999  
 Meinke, H. H., Grundlach, F.-W., Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer Verlag, Berlin, 1992

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2 (Prüfungsnummer: 631385)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Häusliche Versuchsvorbereitung. Aktive Teilnahme an den Laborversuchen. Dokumentation und Auswertung der Versuchsergebnisse. Art und Umfang werden in der Vorbesprechung zu Semesterbeginn bekannt gegeben.

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Martin Vossiek

---

**Organisatorisches:**

Siehe UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Hochspannungstechnik (PR-HT)** **2.5 ECTS**  
(Laboratory High Voltage Engineering)

Modulverantwortliche/r: Dieter Braisch  
Lehrende: Dieter Braisch, Assistenten

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Hochspannungstechnik (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Dieter Braisch et al.)

---

**Inhalt:**

Es werden folgende Versuche durchgeführt:

- Durchschlagfestigkeit von Isoliergasen
- Gasentladung in Luft abhängig von der Elektrodengeometrie und -polarität
- Messen hoher Spannungen mit Teilern
- Kappenisolator
- Teilentladungen
- Polarisierung und dielektrische Verluste

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studenten

- wenden die Grundlagen der Hochspannungstechnik in Versuchen an,
- verstehen die Isolationskoordination,
- verstehen die Besonderheiten der Messverfahren in der Hochspannungstechnik und
- analysieren die Belastung von Betriebsmitteln der Hochspannung in elektrischen Energiesystemen.

Nach der Teilnahme an diesem Praktikum sind die Studenten zudem in der Lage

- sich eigenständig in ein Fachthemengebiet einzuarbeiten,
  - eine wissenschaftliche Dokumentation eines Versuchs fachlich fundiert und strukturiert anzufertigen und
  - sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu dem durchgeführten Versuch stellen.
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Hochspannungstechnik (Prüfungsnummer: 967871)

(englische Bezeichnung: Praktikum Hochspannungstechnik)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Die Prüfungsleistung setzt sich zusammen aus der Vor- und Nachbereitung sowie der Durchführung von 6 Versuchen. Die Anwesenheitspflicht gilt für die Durchführung und die Nachbesprechung. Für die Nachbesprechung gilt es, den Versuch gemäß wissenschaftlicher Praxis zu dokumentieren und die Beobachtungen anhand von gestellten Fragen zu interpretieren. Erst nach Ausstellung des Vortestats und des Testats für alle Versuche gilt das Praktikum als bestanden.

Erstabllegung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Matthias Luther

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Mixed-Signal-Entwurf (PrEMIX)** **2.5 ECTS**  
(Mixed-Signal Design Lab)

Modulverantwortliche/r: Sebastian M. Sattler

Lehrende: Tobias Rumpel

---

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 45 Std.

Eigenstudium: 30 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Mixed-Signal-Entwurf (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Tobias Rumpel et al.)

---

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Entwurf Integrierter Schaltungen I

Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen

---

**Inhalt:**

In dem Praktikum wird in Gruppenarbeit ein integrierter CMOS Verstärker entworfen. Ausgehend von einer vorgegebenen Spezifikation wird das Modell auf Systemebene und Schaltungsebene erarbeitet, und mit Hilfe von Simulation validiert. Die Aufgabenstellung wird mit Unterstützung der Cadence Software gelöst, und schließt mit dem Layout der Schaltung ab. Das Praktikum wird in Gruppen durchgeführt

- Schaltungsentwurf
- Simulation
- Layout

**Lernziele und Kompetenzen:**

Fachkompetenz

Verstehen

- klassifizieren Charakterisierungsmethoden und Herstellungsverfahren aus der Mikroelektronik
- erklären typische Werkzeuge und Verfahren für die Verifikation und den Entwurf mikroelektronischer Schaltungen

Anwenden

- analysieren grundlegende mikroelektronische Schaltungen

Erschaffen

- erstellen aus einer gegebenen Aufgabenstellung eine komplette Schaltung mit Layout

Lern- bzw. Methodenkompetenz

- erwerben praktische Erfahrungen mit typischen Werkzeugen und Verfahren für die Verifikation und den Entwurf mikroelektronischer Schaltungen

Selbstkompetenz

- können in Gruppen kooperativ arbeiten und Schaltung / Layout beurteilen und gegebenenfalls verbessern

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Mixed-Signal-Entwurf (Prüfungsnummer: 504311)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

- Entwurf eines CMOS Verstärkers in Gruppenarbeit

- Erläuterung der Funktionsweise der erstellten Schaltung
- Simulation der Schaltung unter Berücksichtigung der Spezifikation
- Präsentation der Messergebnisse und Simulation mit anschließender Diskussion

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Sebastian M. Sattler

---

**Organisatorisches:**

Anmeldung im Sekretariat 01.037 des LZS, Paul-Gordan-Str. 5 (Röthelheim-Campus), Tel. 85-23100  
oder <mailto:lzs-sek@fau.de>

Voraussetzung: V+Ü Entwurf Integrierter Schaltungen I

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Photonik/Lasertechnik 2 (PR Pho 2)** **2.5 ECTS**  
(Photonics 2 Lab Course)

Modulverantwortliche/r: Bernhard Schmauß  
Lehrende: Bernhard Schmauß, Rainer Engelbrecht

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 30 Std.	Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Photonik/Lasertechnik 2 (SS 2020, Praktikum, 2 SWS, Jasper Podschus et al.)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Photonik 1
- Photonik 2 (kann vorlesungsbegleitend besucht werden)

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Photonik 1

**Inhalt:**

In kleinen Gruppen zu 2-3 Studierenden werden neun Versuche zu folgenden Themen der Lasertechnik und Photonik durchgeführt:

- Polarisation - Doppelbrechung - Jones-Matrizen
- Zeitliche Kohärenz - Michelson-Interferometer - Linienbreiten
- Räumliche Kohärenz - Beugung - Doppelspalt
- Leistungs-Laserdiode - Kennlinie - Wellenlängenabstimmung
- Lichtwellenmesstechnik - Wavemeter - OSA
- EDFA - Erbium-dotierter Faserverstärker - Faser-Laser
- Nd:YAG-Laser - Kennlinien - Resonator - Stabilität
- Dynamik im Laser - Q-Switch - Spiking - Sättigbarer Absorber
- Optische Frequenzverdopplung - NL-Optik - Mikrochip-Laser

Anhand der Versuche wird gelernt, moderne und komplexe laserbasierte Systeme in der Praxis einzusetzen, als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für die Präzisionsmesstechnik, in der industriellen Materialbearbeitung, in der Bioanalytik, für die Medizintechnik, in Geräten der Unterhaltungselektronik oder in der optischen Nachrichtentechnik.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studenten

- vertiefen ihre wissenschaftlichen Kenntnisse im Bereich der komplexer photonischer Systeme durch praktische Experimente.
- können fortgeschrittene technische und wissenschaftliche Experimente im Bereich Photonik / Lasertechnik selbstständig und in kooperativen Gruppen planen, durchführen und reflektieren.
- können Sachverhalte und Ergebnisse der im Inhalt beschriebenen Experimente bewerten und vergleichen.
- sind in der Lage, eigenständig Ideen zur Lösung komplexer technisch-wissenschaftlicher Messaufgaben im Bereich der Photonik und Lasertechnik zu entwickeln.

**Literatur:**

Träger, F. (Ed.): Handbook of Lasers and Optics, Springer Verlag, Berlin 2007.  
Eichler/Eichler: Laser. Springer Verlag, Berlin 2006.  
Reider, G.A.: Photonik. Springer Verlag, Berlin 2003.  
Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 1993.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

- [1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**  
(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Photonik/Lasertechnik 2 (Prüfungsnummer: 508483)

(englische Bezeichnung: Photonics 2 Lab Course)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Häusliche Versuchsvorbereitung. Aktive Teilnahme an den Laborversuchen. Dokumentation und Auswertung der Versuchsergebnisse. Art und Umfang werden in der Vorbesprechung zu Semesterbeginn bekannt gegeben.

Erstabwegung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Bernhard Schmauß

---

**Organisatorisches:**

Siehe UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Regelungstechnik I (PR RT I)** **2.5 ECTS**  
(Laboratory on Control System Design I)

Modulverantwortliche/r: Knut Graichen

Lehrende: Daniel Burk, Markus Lukassek, Hartwig Huber

---

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: halbjährlich (WS+SS)

Präsenzzeit: 45 Std.

Eigenstudium: 30 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Regelungstechnik I (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Anwesenheitspflicht, Andreas Völz)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Modul "Regelungstechnik A (Grundlagen)"

---

**Inhalt:**

Es werden fünf Versuche durchgeführt zu den Themen:

- Füllstandsregelung mit Kaskadenstruktur und Störgrößenaufschaltung (zwei Versuche)
- Druckregelung einer pneumatischen Verzögerungsstrecke
- Modellbildung und Parameteridentifikation eines Pneumatiksystems
- Untersuchung von Regelkreisen in Matlab/Simulink anhand einer Zwei-Freiheitsgrade-Struktur

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Anwendung des Methodenwissens aus einer einführenden Regelungstechnik-Lehrveranstaltung an Laboraufbauten sowie im Simulationsexperiment
- Regelungstechnische Interpretation und Auswertung der anfallenden Versuchsergebnisse
- Erwerb erster praktischer Erfahrungen im Umgang mit Werkzeugen und Geräten der Steuerungs- und Regelungstechnik

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Regelungstechnik I (Prüfungsnummer: 133478)

(englische Bezeichnung: Laboratory on Control System Design I)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Die Praktikumsleistung umfasst zu jedem der Laborversuche die häusliche Vorbereitung, die Durchführung sowie die Interpretation der angefallenen Beobachtungen. Zum Scheinerwerb müssen alle Versuche erfolgreich durchgeführt sein, **ein** nicht erfolgreich absolvierter Versuch kann am Praktikumsende wiederholt werden.

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Knut Graichen

---

**Organisatorisches:**

Anmeldung über StudOn in den ersten beiden Wochen des zweiten Prüfungszeitraums vor Semesterbeginn. Begrenzte Teilnehmerzahl nach Eingang der Anmeldungen.

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Regelungstechnik II (PR RT II)** **2.5 ECTS**  
 (Laboratory on Control System Design II)

Modulverantwortliche/r: Joachim Deutscher

Lehrende: Yiheng Tang, wissenschaftliche Mitarbeiter/innen

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 30 Std.

Eigenstudium: 45 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Regelungstechnik II (WS 2019/2020, Praktikum, 3 SWS, Yiheng Tang et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Für die Bearbeitung des Versuchs zu dem ereignisdiskreten System (Aufzug) wird die Vorlesung "Ereignisdiskrete Systeme" und im Fall des Versuchs zu dem nichtlinearen System (Verladebrücke) wird die Vorlesung "Regelung nichtlinearer Systeme" und das "Praktikum Regelungstechnik I" empfohlen.

---

**Inhalt:**

Gegenstand des Praktikums ist die eigenständige Bearbeitung von Steuerungs- und Regelungsaufgaben durch die Studierenden. Diese Aufgaben umfassen sowohl die Modellbildung als auch die Realisierung geeigneter Steuerungs- und Regelungsverfahren in Simulationen und am realen System. Zur Auswahl steht entweder ein ereignisdiskretes System (Aufzug) oder ein nichtlineares System (Verladebrücke).

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden können

- eigenständig das durch einen Versuchsaufbau gegebene dynamische System modellieren und anschließend analysieren.
- selbständig die geeigneten Steuerungs- und Regelungsmethoden zur Lösung der vorgegebenen regelungstechnischen Aufgabenstellung auswählen.
- eigenständig entwickelte Steuerungen und Regelungen an einem Versuchsaufbau implementieren und untersuchen.
- Software-Werkzeuge zur Modellierung, Simulation und zum Reglerentwurf anwenden.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Regelungstechnik II (Prüfungsnummer: 343279)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

- erfolgreiche Bearbeitung des gewählten Versuchs
- Dokumentation der Versuchsergebnisse

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Knut Graichen

---

**Organisatorisches:**

Findet nur im Wintersemester statt.

Anmeldung über StudOn in den ersten beiden Wochen des zweiten Prüfungszeitraums vor Semesterbeginn.

Teilnehmer, die einen benoteten Schein wünschen, müssen eine mündliche Prüfung ablegen und erhalten dann 5 ECTS.

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Test (PrTEST)** **2.5 ECTS**  
 (Laboratory Test)

Modulverantwortliche/r: Sebastian M. Sattler

Lehrende: Tobias Rumpel

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 15 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Test (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Tobias Rumpel et al.)

---

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Entwurf Integrierter Schaltungen I  
 Testfreundlicher Schaltungsentwurf (Design-for-Test)  
 Industrielle Testanwendungen für Integrierte Schaltungen und Systeme  
 Test Integrierter Schaltungen

---

**Inhalt:**

Im Entwicklungsprozess elektronischer Bauteile wie auch bei deren Massenproduktion werden mit Hilfe automatischer Testsysteme die elektrischen Kenngrößen eines Bauteils erfasst. Das Praktikum „Testen mit automatischen Testsystemen“ gibt einen Einblick in typische messtechnische Aufgabenstellungen und Arbeiten, die während der Entwicklung integrierter mikroelektronischer Systeme vorkommen.

**Lernziele und Kompetenzen:**

**FACHKOMPETENZ**

Verstehen

- beschreiben die Abläufe im Laborbetrieb und erläutern die Eigenschaften eines Testsystems
- erklären die Elemente eines Testprogramms
- formulieren die verschiedenen Möglichkeiten von Test (Funktionstest, Dynamischer Test)
- erläutern die Entwicklung von Test-Pattern

Analysieren

- analysieren das DUT und entwickeln daraus die richtige Auswahl an Testparametern

Erschaffen

- entwerfen Test-Pattern für den Boundary-Scan-Test
- erstellen aus gegebener Aufgabenstellung komplettes Testprogramm
- beurteilen des Testprogramms unter Berücksichtigung von Produktivität und Debugging

**LERN- BZW. METHODENKOMPETENZ**

- erwerben praktische Erfahrungen im Umgang mit einem automatischen Testsystem (ATE)
- erfahren die Arbeitsumgebung in einem Reinraum-Labor und die sich daraus ergebenden Vorschriften

**SELBSTKOMPETENZ**

- können in Gruppen kooperativ arbeiten und Fehleranalysen durchführen

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Test (Prüfungsnummer: 320376)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

- Teilnahme am Vorbereitungskurs JTAG, 1 Woche vor Beginn des Praktikums
- häusliche Vorbereitung auf das Praktikum anhand der Versuchsbeschreibungen
- Auswertung und Interpretation der Testergebnisse
- Präsentation der Testergebnisse

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Sebastian M. Sattler

---

**Bemerkungen:**

Blockpraktikum

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum zu High-Performance Analog- und Umsetzer-Design (PR HPA)** **2.5 ECTS**  
 (Laboratory High Performance Analog- and Converter-Design)

Modulverantwortliche/r: Robert Weigel  
 Lehrende: Robert Löhr, Michael Sporer

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 30 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum zu High-Performance Analog- und Umsetzer-Design (SS 2020, Praktikum, 3 SWS, Anwesenheitspflicht, Benedict Scheiner)

---

**Inhalt:**

Im Praktikum High-Performance Analog und Umsetzer Design wird ein Temperatursensor mit USB-Anschluss entwickelt. Die Teilnehmer müssen die einzelnen Schaltungsblöcke zuerst dimensionieren und simulieren, bevor die Schaltung auf einer Leiterplatte aufgebaut und gemessen wird. Im einzelnen sind folgende Blöcke zu untersuchen:

- Temperaturstabilen Spannungsreferenz (Bandgap)
- Präziser Instrumentenverstärker
- Zeitkontinuierlicher Delta-Sigma Modulator Nach Abschluss des Praktikums kann jeder Student seine eigene Platine mit nach Hause nehmen.

Das Praktikum findet als einwöchige Blockveranstaltung während der Semesterferien im September statt. Die Anmeldung erfolgt über das WAS-System.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, grundlegende Konzepte von Anlogschaltungen und Umsetzern anzuwenden und auf Basis dieser einen Temperatursensor mit USB Anschluss zu entwickeln.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum zu High-Performance Analog- und Umsetzer-Design (Prüfungsnummer: 443121)

(englische Bezeichnung: Laboratory High Performance Analog- and Converter-Design)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Im Rahmen des Praktikums dimensionieren und simulieren die Teilnehmer eine vorgegebene Schaltung zur Temperaturmessung und bauen diese auf einer eigenen, teilweise bestückten Leiterplatte auf. Es ist keinerlei Praktikumsvorbereitung nötig. Zum leichteren Verständnis der Schaltung und zur besseren Zeiteinteilung wird jedoch ein Durchlesen des Skripts vor Beginn des Praktikums empfohlen.

1. Kapitelweise Bearbeitung aller im Skript gestellten Aufgaben und Lötarbeiten mit anschließender Abnahme durch den Praktikumsleiter
2. Verständnis der einzelnen Schaltungsteile und Fähigkeit dies im Rahmen der Abnahme wiederzugeben
3. Vollständige und ausführliche schriftliche Dokumentation der Simulationen und Rechnungen
4. Vervollständigung der MATLAB Programmiergerüste
5. Inbetriebnahme der Schaltung und Nachweisen der Funktionalität

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Wdh.

1. Prüfer: Robert Weigel

---

---

**Modulbezeichnung: Digitaltechnik (DIGIT)** **5 ECTS**  
 (Digital Technology)

Modulverantwortliche/r: Georg Fischer  
 Lehrende: Georg Fischer

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Vorlesung Digitaltechnik (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Georg Fischer)  
 Übung Digitaltechnik (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Christopher Beck et al.)

---

**Inhalt:**

Die Vorlesung gibt eine automatenorientierte Einführung in den Entwurf digitaler Systeme. Mathematische Grundlagen kombinatorischer wie sequentieller digitaler Schaltsysteme werden behandelt.

- Mathematische Grundlagen
- Entwurf kombinatorischer Schaltungen
- Analyse kombinatorischer Schaltungen
- Funktionsbeschreibung sequentieller Schaltungen
- Struktursynthese sequentieller Schaltungen
- Analyse sequentieller Schaltungen

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach der Teilnahme an der Vorlesung und Übung sind die Studierenden in der Lage

- Das Prinzip der Komplementärsymmetrie und dessen Bedeutung für die Digitaltechnik zu erläutern sowie grundlegende Gatterschaltungen auf Transistorebene zu zeichnen, zu erläutern und zu analysieren.
  - Schaltfunktionen mathematisch mit Hilfe von schaltalgebraischen Ausdrücken zu beschreiben, diese Ausdrücke aufzustellen, umzuformen und zu minimieren.
  - Verfahren zum systematischen Entwurf von Schaltnetzen zu verstehen und anzuwenden. Dazu gehört das Erstellen einer formalen Spezifikation sowie die Minimierung der spezifizierten Funktion mit Hilfe von z.B. Karnaugh-Veitch-Symmetriediagrammen oder dem Quine-McCluskey Verfahren. Die Studierenden können diese Verfahren anwenden und hinsichtlich ihres Implementierungsaufwands evaluieren.
  - Die interne Darstellung von Zahlen in Digitalrechnern verstehen, verschiedene Darstellungsarten von vorzeichenbehafteten rationalen Zahlen bewertend zu vergleichen, Algorithmen für arithmetische Operationen innerhalb dieser Zahlendarstellungen zu erläutern und anzuwenden und typische Probleme dieser Darstellungsarten zu verstehen.
  - Den Aufbau des Universalrechners nach von Neumann zu erläutern und dessen Komponenten zu verstehen.
  - Anwendungsbereiche und Aufbau von Schaltwerken (Automaten) zu erläutern und den Prozess des Schaltwerksentwurfs von der Problemspezifikation, dem Zeichnen von Automatengraphen über die Minimierung der auftretenden Schaltfunktionen bis hin zur Realisierung des Schaltwerks mit Logikgattern selbständig durchzuführen.
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Elektro- und Informationstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Elektrotechnik und Informationstechnik (Bachelor of Education)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)",

"Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Digitaltechnik (Prüfungsnummer: 25101)

(englische Bezeichnung: Lecture: Digital Technology)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer), 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Georg Fischer

---

---

**Modulbezeichnung: Energie- und Antriebstechnik (EuA)** **7.5 ECTS**  
(Electrical Power Engineering and Electrical Drives)

Modulverantwortliche/r: Matthias Luther, Ingo Hahn

Lehrende: Matthias Luther, Ingo Hahn

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 105 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

17-1 Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik: 3. Semester Studiengang EEI 17-2 Grundlagen der Elektrischen Energieversorgung: 4. Semester Studiengang EEI

Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Ingo Hahn)

Übungen zu Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Shima Khoshzaman)

Grundlagen der Elektrischen Energieversorgung (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Matthias Luther)

Übungen zu Grundlagen der Elektrischen Energieversorgung (SS 2020, Übung, 2 SWS, Alexander Raab)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

17-1 Grundlagen der Elektrotechnik I und II 17-2 Grundlagen der Elektrotechnik I bis III

---

**Inhalt:**

17-1 Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik Einleitung; Grundlagen: Leistung und Wirkungsgrad, Physikalische Grundgesetze, Induktivitäten Gleichstromantriebe: Gleichstrommotor, Konventionelle Drehzahlstellung, Elektronische Drehzahlstellung Drehstromantriebe: Grundlagen und Drehfeld, Synchronmaschine, Asynchronmaschine, Konventionelle Drehzahlstellung, Elektronische Drehzahlstellung

17-2 Grundlagen der Elektrischen Energieversorgung Elektrische Energieversorgungssysteme: Eigenschaften der elektrischen Energie, Aufbau von Energieversorgungsnetzen, Betriebsmittel in Netzen Grundlagen der Wechselstromtechnik: kosinus- und nichtkosinusförmige periodische Größen, komplexe Wechselstromrechnung, Vierpole Transformationen für Dreiphasensysteme: Nullgröße und Raumzeiger, Symmetrische Komponenten, Diagonal- und Zwei-Achsen-Komponenten; Transformation symmetrischer Drehstromnetze; unsymmetrische Betriebszustände Leistungen: Grundbegriffe, Leistungen in Drehstromnetzen, Blindleistungskompensation Wirtschaftliche Energieversorgung: Kostenarten, Investitions- und Kostenrechnung, wirtschaftlicher Betrieb von Netzen

**Lernziele und Kompetenzen:**

17-1 Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik Kenntnisse und Verständnis der grundsätzlichen Funktionsweise elektrischer Maschinen, deren stationären Betrieb, die konventionelle (verlustbehaftete) Drehzahlstellung und einfache Grundlagen der elektronischen Drehzahlstellung.

17-2 Grundlagen der Elektrischen Energieversorgung Kenntnisse und Verständnis: des Aufbaus und Betriebs von Energieversorgungsnetzen, der mathematischen und netzwerktheoretischen Beschreibung und Berechnung von Vorgängen in Energieversorgungsnetzen, der wirtschaftlichen Energieversorgung Die Studenten

- kennen die aktuellen Herausforderungen in der elektrischen Energieversorgung,
- kennen alle wichtigen Betriebsmittel in elektrischen Energiesystemen,
- kennen die grundlegenden Zusammenhänge der Wirtschaftlichkeit elektrischer Energieversorgung,
- verstehen die grundlegenden technischen Zusammenhänge der elektrischen Energieversorgung,
- verstehen die Grundlagen des Wechsel- und des Drehstromsystems,
- kennen die Möglichkeiten des Betriebs hybrider Systeme,
- berechnen verschiedene Leistungsarten in ein- und dreiphasigen Systemen,
- verstehen die Anwendung der Vier- und Achtpoltheorie,
- verstehen unterschiedliche Modaltransformationen und deren Anwendungsgebiete,
- wenden Modaltransformationen an, um symmetrische und unsymmetrische Betriebszustände in Drehstromsystemen zu analysieren,
- wenden Berechnungsverfahren zur Kenngrößenbestimmung von Leitungen an und

- verstehen die Herausforderungen bei der Netzbetriebsführung.

**Literatur:**

17-1: Skript zur Vorlesung 17-2: Lehrbuch: Elektrische Energieversorgung I, G. Herold, 2005

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Elektro- und Informationstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Grundlagen der elektrischen Antriebstechnik (Prüfungsnummer: 25401)

(englische Bezeichnung: Fundamentals of Electrical Drive Engineering)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 46.6666666666667%

weitere Erläuterungen:

Die Prüfung wird im Antwort-Wahl-Verfahren durchgeführt

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Ingo Hahn

Grundlagen der elektrischen Energieversorgung (Prüfungsnummer: 25402)

(englische Bezeichnung: Fundamentals of Electrical Energy Supply)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 53.3333333333333%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Matthias Luther

---

**Organisatorisches:**

Berechnung der Modulnote: Durchschnitt aus den Noten für 17-1 und 17-2

---

**Modulbezeichnung: Halbleiterbauelemente (HBEL)** **5 ECTS**  
 (Semiconductor Devices)

Modulverantwortliche/r: Tobias Dirnecker

Lehrende: Tobias Dirnecker, Christian Martens

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Das Tutorium Halbleiterbauelemente stellt ein zusätzliches Angebot an die Studierenden zur Prüfungsvorbereitung dar.

Es handelt sich dabei um eine freiwillige Wahlveranstaltung.

Halbleiterbauelemente (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Tobias Dirnecker)

Übungen zu Halbleiterbauelemente (SS 2020, Übung, 2 SWS, Christian Martens)

Tutorium Halbleiterbauelemente (SS 2020, Tutorium, 2 SWS, Christian Martens)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Grundlagen der Elektrotechnik I

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Grundlagen der Elektrotechnik I

---

**Inhalt:**

Nach einer Einleitung werden Bewegungsgleichungen von Ladungsträgern im Vakuum sowie die Ladungsträgeremission im Vakuum und daraus abgeleitete Bauelemente besprochen. Anschließend werden Ladungsträger im Halbleiter behandelt: Hier werden die wesentlichen Aspekte der Festkörperphysik zusammengefasst, die zum Verständnis moderner Halbleiterbauelemente nötig sind. Darauf aufbauend werden im Hauptteil der Vorlesung die wichtigsten Halbleiterbauelemente, d.h. Dioden, Bipolartransistoren und Feldeffekttransistoren detailliert dargestellt. Einführungen in die wesentlichen Grundlagen von Leistungsbauelementen und optoelektronischen Bauelementen runden die Vorlesung ab.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

*Fachkompetenz*

*Verstehen*

verstehen grundlegende physikalische Vorgänge (u.a. Drift, Diffusion, Generation, Rekombination) im Halbleiter  
interpretieren Informationen aus Bänderdiagrammen

*Anwenden*

beschreiben die Funktionsweisen moderner Halbleiterbauelemente  
berechnen Kenngrößen der wichtigsten Bauelemente  
übertragen - ausgehend von den wichtigsten Bauelementen, wie Dioden, Bipolartransistoren und Feldeffekttransistoren - diese Funktionsprinzipien auf Weiterentwicklungen für spezielle Anwendungsgebiete wie Leistungselektronik oder Optoelektronik

*Analysieren*

diskutieren das Verhalten der Bauelemente z.B. bei hohen Spannungen oder erhöhter Temperatur

**Literatur:**

- Vorlesungsskript, am LEB erhältlich
- Neamen, D.A.: Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles, 2nd ed., McGraw-Hill (Richard D. Irwin, Inc., Burr Ridge), USA, 1997
- Müller, R.: Grundlagen der Halbleiter-Elektronik: Band 1 der Reihe Halbleiter-Elektronik, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 1995
- Th. Tille, D. Schmitt-Landsiedel: Mikroelektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2004
- S.K. Banerjee, B.G. Streetman: Solid State Electronic Devices, Prentice Hall, 2005

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

## [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Elektro- und Informationstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Elektrotechnik und Informationstechnik (Bachelor of Education)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung Halbleiterbauelemente (Prüfungsnummer: 25901)

(englische Bezeichnung: Lecture: Semiconductor Devices)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Tobias Dirnecker

---

### Organisatorisches:

Unterlagen zur Vorlesung über StudOn

**Modulbezeichnung: Halbleiterbauelemente (HBEL)** **5 ECTS**  
(Semiconductor Devices)

Modulverantwortliche/r: Tobias Dirnecker

Lehrende: Tobias Dirnecker, Christian Martens

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

### Lehrveranstaltungen:

Das Tutorium Halbleiterbauelemente stellt ein zusätzliches Angebot an die Studierenden zur Prüfungsvorbereitung dar. Es handelt sich dabei um eine freiwillige Wahlveranstaltung.

Halbleiterbauelemente (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Tobias Dirnecker)

Übungen zu Halbleiterbauelemente (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Christian Martens)

Tutorium Halbleiterbauelemente (WS 2019/2020, Tutorium, 2 SWS, Christian Martens)

### Empfohlene Voraussetzungen:

Grundlagen der Elektrotechnik I

### Inhalt:

Die Vorlesung Halbleiterbauelemente vermittelt den Studenten der Elektrotechnik die physikalischen Grundlagen moderner Halbleiterbauelemente. Der erste Teil der Vorlesung befasst sich nach einer Einleitung mit Bewegungsgleichungen von Ladungsträgern im Vakuum sowie der Ladungsträgeremission im Vakuum und daraus abgeleiteten Bauelementen. In der anschließenden Behandlung von Ladungsträgern im Halbleiter werden die wesentlichen Aspekte der Festkörperphysik zusammengefasst, die zum Verständnis moderner Halbleiterbauelemente nötig sind. Darauf aufbauend werden im Hauptteil der Vorlesung die wichtigsten Halbleiterbauelemente, d.h. Dioden, Bipolartransistoren und Feldeffekttransistoren detailliert dargestellt. Einführungen in die wesentlichen Grundlagen von Leistungsbaulementen und optoelektronischen Bauelementen runden die Vorlesung ab.

### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

*Fachkompetenz*

*Verstehen*

- verstehen grundlegende physikalische Vorgänge (u.a. Drift, Diffusion, Generation, Rekombination) im Halbleiter
- interpretieren Informationen aus Bänderdiagrammen

*Anwenden*

- beschreiben die Funktionsweisen moderner Halbleiterbauelemente
- berechnen Kenngrößen der wichtigsten Bauelemente
- übertragen - ausgehend von den wichtigsten Bauelementen, wie Dioden, Bipolartransistoren und Feldeffekttransistoren - diese Funktionsprinzipien auf Weiterentwicklungen für spezielle Anwendungsgebiete wie Leistungselektronik oder Optoelektronik

*Analysieren*

- diskutieren das Verhalten der Bauelemente z.B. bei hohen Spannungen oder erhöhter Temperatur

### Literatur:

- Vorlesungsskript, am LEB erhältlich
- R. Müller: Grundlagen der Halbleiter-Elektronik, Band 1 der Reihe Halbleiter-Elektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2002
- D.A. Neamen: Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles, McGraw-Hill (Richard D. Irwin Inc.), 2002
- Th. Tille, D. Schmitt-Landsiedel: Mikroelektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2004
- S.K. Banerjee, B.G. Streetman: Solid State Electronic Devices, Prentice Hall, 2005

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Elektro- und Informationstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Elektrotechnik und Informationstechnik (Bachelor of Education)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Halbleiterbauelemente (Prüfungsnummer: 25901)

(englische Bezeichnung: Semiconductor Devices)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Tobias Dirnecker

---

**Organisatorisches:**

Unterlagen zur Vorlesung über StudOn

---

**Modulbezeichnung:** Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten (PB) 5 ECTS  
 (Passive Components and their RF properties)

Modulverantwortliche/r: Martin Vossiek  
 Lehrende: Martin Vossiek

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Martin Vossiek)  
 Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten Übung (SS 2020, Übung, 2 SWS, Marcel Hoffmann)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Grundlagen der Elektrotechnik 1-2
- Mathematik 1-3
- Werkstoffkunde
- Elektromagnetische Felder I (begleitend)

---

**Inhalt:**

Die Vorlesung beschäftigt sich mit den elementaren passiven Bauelementen der Elektrotechnik und ihren hochfrequenztechnischen Eigenschaften. Neben der Theorie und den Eigenschaften der passiven Bauelemente werden in der Vorlesung wichtige anwendungsspezifische Aspekte behandelt. Der Aufbau und die Eigenschaften sowie die Frequenzabhängigkeit realer Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Übertrager und Resonanzelemente stellen den Inhalt des ersten Teils der Vorlesung dar. Als Basis hierzu werden der Skineneffekt und die Polarisationsmechanismen in dielektrischen bzw. magnetischen Medien thematisiert. Die Eigenschaften der elektrischen Leitung - als Beispiel für ein elektromagnetisches Bauelement, das in wenigstens einer Dimension größer als die Wellenlänge ist - bilden einen weiteren Teil der Vorlesung. In diesem Rahmen werden die Leitungstheorie der Lecherleitung und der Einsatz von Leitungen als Transformationselement behandelt. Als Hilfsmittel für Leitungstransformationen wird das Smith-Chart eingeführt, welches zur Bearbeitung von Schaltungsaufgaben eingesetzt wird. Des Weiteren sind die Eigenschaften und Anwendungen gängiger hochfrequenztauglicher Wellenleiter, wie z. B. koaxiale oder planare Wellenleiter, Gegenstand der Vorlesung. Abschließend werden die Wellengrößen und die Streuparameterdarstellung zur Beschreibung hochfrequenter elektrischer Komponenten und Netzwerke eingeführt.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls kennen und verstehen die Studierenden die HF-Eigenschaften von realen konzentrierten Bauelementen sowie von elektromagnetischen Wellenleitern und deren Zusammenschaltungen und können die zuvor genannten passiven Bauelemente anhand ihrer Kenngrößen bewerten. Sie sind zudem in der Lage, die Kenngrößen und die frequenzabhängigen Übertragungseigenschaften von konzentrierten Bauelementen, von Wellenleitern und von einfachen Zusammenschaltungen zu berechnen.

**Literatur:**

- [1] Frank Gustrau, Hochfrequenztechnik: Grundlagen der mobilen Kommunikationstechnik, Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 1. Auflage, 2011
- [2] Zinke, O., Brunswig, H., Hochfrequenztechnik, Band 1, Springer Verlag, Berlin, 6. Auflage, 2000
- [3] Meinke, H., Gundelach, F. W., Lange, K., Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer Verlag, Berlin, 5. Auflage, 1992
- [4] Rizzi, P. A., Microwave Engineering, Passive Circuits Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1988
- [5] Pozar, D. M., Microwave Engineering John Wiley & Sons, New York, 2. Auflage, 1998

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Elektro- und Informationstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Elektrotechnik und Informationstechnik (Bachelor of Education)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten (Vorlesung mit Übung) (Prüfungsnummer: 26101)  
(englische Bezeichnung: Passive Components and their RF properties)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Martin Vossiek

---

**Organisatorisches:**

Siehe UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!

---

**Modulbezeichnung: Schaltungstechnik (ST)** **5 ECTS**  
(Electronic Circuits)

Modulverantwortliche/r: Robert Weigel  
Lehrende: Robert Weigel

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Schaltungstechnik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Robert Weigel)  
Übungen zu Schaltungstechnik (SS 2020, Übung, 2 SWS, Marco Dietz et al.)

---

**Inhalt:**

- Halbleiterbauelemente: Diode, Bipolartransistor, MOSFET
- Transistor-Grundsaltungen: Arbeitspunkte, Großsignal-, Kleinsignalverhalten
- Verstärker: Stromquellen, Differenzverstärker, Impedanzwandler
- Operationsverstärker, innerer Aufbau, Modelle, Anwendungen
- Digital-Analog-/Analog-Digital-Umsetzer: Grundsaltungen, Modelle, Anwendungen

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Die Studierenden verstehen den Aufbau und die Funktionsweisen von Halbleiterschaltungen wie Dioden- und Transistorgrundsaltungen, Verstärkern, Operationsverstärkern und Analog-Digital-/Digital-Analog-Umsetzern und können diese erläutern.
- Die Studierenden können komplexe Schaltungen durch eine Zerlegung in grundlegende Funktionsblöcke analysieren und diese in ihrer Funktion beurteilen.
- Die Studierenden verstehen die Entwicklungsmethodik beim Entwurf von grundlegenden Halbleiterschaltungen und können diese dimensionieren.
- Die Studierenden können eine einfache, abstrakte Funktionsbeschreibung in grundlegende Halbleiterschaltungen abbilden und diese zur Erfüllung der abstrakten Funktion auslegen.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Unterrichtsfach (Zweifach) inkl. Fachdidaktik | Elektro- und Informationstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Elektrotechnik und Informationstechnik (Bachelor of Education)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung Schaltungstechnik\_ (Prüfungsnummer: 26601)  
(englische Bezeichnung: Electronic Circuits)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90  
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021, 2. Wdh.: SS 2021  
1. Prüfer: Robert Weigel

---

---

**Modulbezeichnung: Automatisierte Produktionsanlagen (APA)** **5 ECTS**  
 (Automated Manufacturing Systems)

Modulverantwortliche/r: Jörg Franke  
 Lehrende: Jörg Franke

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Automatisierte Produktionsanlagen (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Jörg Franke)  
 Übung zu Automatisierte Produktionsanlagen (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Jörg Franke)

---

**Inhalt:**

Die Vorlesung „Automatisierte Produktionsanlagen“ richtet sich an Studierende der Informatik, des Maschinenbaus, der Mechatronik, der Medizintechnik und des Wirtschaftsingenieurwesens. Es werden Inhalte zum Aufbau und Betrieb Automatisierter Produktionsanlagen gelehrt. Zu Beginn wird grundlegendes Wissen bezüglich Elektromaschinen, Fluidantrieben, Sensoren und der Steuerungs- und Kommunikationstechnik vermittelt. Darauf aufbauend werden Systeme zur Vereinzelnung, Ordnung und Handhabung von Werkstücken sowie Werkzeugmaschinen vorgestellt. Des Weiteren sind Lösungen zur Realisierung eines automatisierten Materialflusses sowie flexible Fertigungssysteme Inhalte der Vorlesung. Schließlich werden Softwarekomponenten zur rechnergestützten Diagnose und Qualitätssicherung und Auftragssteuerung betrachtet. Somit kann der Hörer die Komponenten einer Automatisierten Produktionsanlage bewerten und die ebenfalls in dieser Vorlesung vermittelten Methoden zur Planung, Optimierung und Inbetriebnahme Automatisierter Produktionsanlagen optimal anwenden.

Übersicht der Vorlesungen und Übungen:

- Industrie 4.0 und Industrial Internet of Things
- Elektrische Maschinen
- Fluidtechnische Antriebe
- Sensoren
- Steuerungs- und Kommunikationstechnik
- Industrieroboter
- Werkzeugmaschinen
- Produktionslogistik und Zuführtechnik
- Flexible Fertigungssysteme
- Planung und Optimierung von Automatisierten Produktionsanlagen
- Auftragssteuerung
- Inbetriebnahme und Betrieb von Automatisierten Produktionsanlagen
- Rechnergestützte Diagnose

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Kenntnis von Einsatzfeldern, Definition, Nutzen, Leistungsfähigkeit und technischen Neuerungen für die Zukunft von APA
  - Bewertung der verschiedenen Komponenten von APA hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Kosten, Vor- und Nachteilen, möglicher Alternativen
  - Kenntnis der Möglichkeiten zur Vernetzung der einzelnen Komponenten (Schnittstellen: mechanisch, elektrisch, informationstechnisch etc.)
  - Beherrschung von Methoden und Werkzeugen zur Planung, Inbetriebnahme, Betrieb und Optimierung von APA
  - Berechnung der Wirtschaftlichkeit von APA
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Internationales Projektmanagement Großanlagenbau/International Project Management in Systems Engineering (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Automatisierte Produktionsanlagen (Prüfungsnummer: 73001)

(englische Bezeichnung: Lecture/Tutorial: Automated Manufacturing Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstblegung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Jörg Franke

---

### **Organisatorisches:**

weitere Informationen bei:

M.Sc. Marco Ziegler

Für die Prüfung sind ausschließlich folgende Hilfsmittel zugelassen:

- nicht programmierbarer Taschenrechner
- dokumentenechter Stift
- Textmarker
- Lineal, Geodreieck, Zirkel
- Namensstempel

Darüber hinaus sind keine weiteren Hilfsmittel erlaubt (dies gilt insbesondere für Uhren, Mobiltelefone oder sonstige elektronische Geräte).

**Modulbezeichnung:** **Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine (WZM)** **5 ECTS**  
(Basics in machine tools)

Modulverantwortliche/r: Nico Hanenkamp

Lehrende: Nico Hanenkamp, Jacqueline Blasl

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Nico Hanenkamp)

Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine - Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Jacqueline Blasl)

**Inhalt:**

- Einführung und Historische Entwicklung
- Einteilung der Werkzeugmaschinen
- Anforderungen an Werkzeugmaschinen
- Umformende Werkzeugmaschinen
- Spanende Maschinen mit geometrisch bestimmter Schneide und unbestimmter Schneide
- Abtragende Maschinen, Lasermaschinen, verzahnende Maschinen, Mehrmaschinensysteme, Peripherie
- Auslegung von Gestellen und Gestellbauteilen
- Führungen und Lager
- Hauptspindeln
- Das Vorschubsystem
- Steuerungs- und Regelungssystem
- Zusammenfassung

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

- kennen die verschiedenen Anforderungen an Werkzeugmaschinen
- kennen unterschiedliche Werkzeugmaschinen der DIN 8580 Umformen, Trennen und Fügen
- kennen die einzelnen Elemente einer Werkzeugmaschine
- kennen verschiedene Bauformen von Werkzeugmaschinen
- kennen Werkstoffe, Bauformen und Anforderungen an Gestelle
- kennen unterschiedliche Antriebskonzepte

*Verstehen*

- Verstehen die Definition und Kennzeichen einer Werkzeugmaschine nach DIN 69651
- Verstehen die Bedeutung der nationalen und internationalen Werkzeugmaschinenindustrie
- Verstehen die verschiedenen Anforderungen an Werkzeugmaschinen
- Verstehen die Maschinenkonzepte in Anlehnung an die DIN 8580
- Verstehen die Aufgaben von Gestellen, Haupt- und Nebenantrieben, Führungen und der Maschinensteuerung
- Verstehen die Grundlagen der Schmierung und Reibung in Führungssystemen
- Verstehen die Funktionsprinzipien verschiedener Führungssysteme
- Verstehen die Funktionsweise verschiedener Motoren
- Verstehen die unterschiedlichen Lagerungskonzepte für bewegte Elemente der Werkzeugmaschine

*Anwenden*

- Können die wesentlichen Elemente der Werkzeugmaschine auslegen (Hauptantrieb, Führung, Vorschub, Gestell)
- Können die Komplexität der Anforderungen an Werkzeugmaschinen diskutieren
- Können den Antriebsstrang einer Werkzeugmaschine in die einzelnen Bestandteile zerlegen

- Können Anforderungen aus einem gegebenen Fertigungsprozess an die Werkzeugmaschine ableiten
- Können die Ursachen von Ratterschwingungen in Werkzeugmaschinen analysieren
- Können den optimalen Lagerabstand für Hauptantriebe berechnen

**Literatur:**

Hirsch, Andreas: Werkzeugmaschinen: Grundlagen, Auslegung, Ausführungsbeispiele. Springer Verlage 2012. Brecher, C., Weck, M.: Werkzeugmaschinen. Band 1 bis 5. Springer Verlag.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Grundlagen der Werkzeugmaschinen (Prüfungsnummer: 69101)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Nico Hanenkamp

---

**Modulbezeichnung:** Dynamik nichtlinearer Balken (DyNiLiBa) 5 ECTS  
(Dynamics of nonlinear rods)

Modulverantwortliche/r: Holger Lang  
Lehrende: Holger Lang

Startsemester: SS 2020                      Dauer: 1 Semester                      Turnus: jährlich (SS)  
Präsenzzeit: 60 Std.                      Eigenstudium: 90 Std.                      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Dynamik nichtlinearer Balken (SS 2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Holger Lang)

**Inhalt:**

- Dynamik linearer gerader Balken entkoppelt (Zug, Torsion, Biegung und Scherung)
- Dynamik linearer Balken gekoppelt
- Modellierung der Dämpfung (Viskoelastizität)
- Lineare Elastodynamik in 3D
- Euler-Bernoulli-Balken, Timoshenko-Balken
- Modalanalyse
- Querschnitte als starre Körper
- Infinitesimale Rotationen
- Finite Rotationen und Quaternionen
- Isomorphie der Mannigfaltigkeiten  $SO(3)$  und  $S^3$
- Kinematik nichtlinearer Balken (beliebig große Translationen und finite Rotationen)
- Cosserat-Balken, Reissner-Balken, Kirchhoff-Balken
- Nichtlineare Dehnungsmaße für Zug, Biegung, Torsion und Scherung
- Dynamik geometrisch exakter Cosserat- und Kirchhoff-Balken
- Linearisierung geometrisch exakter Balken um statische Gleichgewichtspunkte
- Diskretisierungsvarianten (Finite Elemente/Differenzen/Quotienten)
- Zeitintegration

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

Die Studenten/Studentinnen

kennen den Aufbau linearer, gerader Balken (Zug, Torsion, Biegung und Scherung) in entkoppelter Form.

kennen den Aufbau allgemeiner linearer, gerader Balken (Zug, Torsion, Biegung und Scherung) gekoppelt.

kennen die Grundlagen linearer Elastodynamik in 3D.

kennen die wichtigsten Viskoelastizitätsgesetze (Kelvin-Voigt, Maxwell, linearer Standardkörper).

kennen wichtige Standard-Diskretisierungsvarianten via Finite Elemente.

kennen den mechanischen Hintergrund für die Symmetrie von Massen-, Dämpfungs- und Steifigkeitsmatrix.

kennen das Verfahren der Modalanalyse mit und ohne Dämpfung.

kennen die Begriffe Eigenfrequenz und Eigenschwingform eines linearen mechanischen Systems.

wissen, dass sich die Bewegungsgleichungen im ungedämpften Fall stets entkoppeln lassen.

kennen die den geometrisch exakten Balken zugrundeliegende Kinematik im Kontinuierlichen und im Diskreten.

kennen die Mannigfaltigkeit  $SO(3)$  mit Tangentialraum  $so(3)$ .

kennen den Unterschied zwischen infinitesimalen und endlichen Rotationen.

kennen die Newton-Euler-Gleichungen für ebene Querschnitte in Form starrer Körper.

kennen den Unterschied zwischen physikalischen Tensoren/Vektoren und mathematischen Matrizen/Tripeln.

kennen die Parametrisierung der  $SO(3)$  via Euler-Winkel, Euler-Rodrigues-Parameter und Quaternionen.

kennen die Euler-Hamilton-Abbildung und den Spurrier-Klump-Algorithmus.  
 kennen die universelle Definition der Winkelgeschwindigkeit für starre Balkenquerschnitte.  
 kennen verschiedene nichtlineare, objektive Dehnungsmaße für nichtlineare Balken.  
 kennen die Analogie zwischen Winkelgeschwindigkeit und Balkenkrümmung.  
 wissen, dass Finite Quotienten zur Diskretisierung der Krümmung ideal geeignet sind.  
 kennen das Phänomen des Shear lockings.  
 kennen die Lagrange-Gleichungen erster und zweiter Art.  
 kennen das Verfahren der Indexreduktion.  
 kennen die dynamischen Gleichgewichtsgleichungen geometrisch exakter Balken.  
 kennen den Begriff des statischen Gleichgewichtspunkts eines dynamischen Systems.  
 kennen die formale Prozedur, dynamische Systeme um statische Gleichgewichtspunkte zu linearisieren.  
 kennen die weitverbreitetsten Zeitintegrationsverfahren (RK, BDF).  
 kennen die zugehörigen analytischen Zusammenhänge.

### Verstehen

Die Studenten/Studentinnen

verstehen die Dynamik linearer, gerader Balken (Zug, Torsion, Biegung und Scherung) in entkoppelter Form.  
 verstehen die Dynamik allgemeiner linearer, gerader Balken (Zug, Torsion, Biegung und Scherung) gekoppelt.  
 verstehen die Grundlagen linearer Elastodynamik in 3D.  
 verstehen die wichtigsten Viskoelastizitätsgesetze (Kelvin-Voigt, Maxwell, SLS) qualitativ.  
 verstehen den Aufbau wichtiger Standard-Diskretisierungsvarianten via Finite Elemente (stückweise linear/kubisch).  
 verstehen die Methode der Modalanalyse mit und ohne Dämpfung.  
 verstehen die Bedeutung von Eigenfrequenz und Eigenschwingform eines linearen mechanischen Systems.  
 verstehen die Bedeutung von Definitheit der Massen-, Dämpfungs- und Steifigkeitsmatrix.  
 verstehen, warum sich die Bewegungsgleichungen im ungedämpften Fall stets entkoppeln lassen.  
 verstehen, warum gewisse Diskretisierungsvarianten die Eigenfrequenzen über-, andere unterschätzen.  
 verstehen die den geometrisch exakten Balken zugrundeliegende Kinematik im Kontinuierlichen und im Diskreten.  
 verstehen den Unterschied zwischen infinitesimalen und endlichen Rotationen.  
 verstehen, wie sich die Parametrisierung der  $SO(3)$  mit Quaternionen in den allgemeinen Kontext (Lagrange-Gleichungen erster Art) einordnet.  
 verstehen, wie man die Eulerschen Gleichung via quaternionischer Parametrisierung und Nullraummatrix gewinnen kann.  
 verstehen, dass die  $SO(3)$  (multiplikative) Gruppenstruktur, die  $so(3)$  Vektorraumstruktur trägt.  
 verstehen, dass die  $SO(3)$  und die  $S^3$  mit ihrer quaternionischen Struktur bis auf Antipodie isomorph/diffeomorph sind.  
 verstehen die Geometrie der  $S^3$  und die Isotropie ihrer quaternionischen Struktur.  
 verstehen die Struktur der Bewegungsgleichungen linearer Balken im Kontext der Lagrange-Dynamik.  
 verstehen, wie man durch Modalanalyse die Bewegungsgleichungen linearer dynamischer Balken entkoppeln kann.  
 verstehen, warum dies im ungedämpften Fall immer, im gedämpften Fall meistens möglich ist.  
 verstehen, warum es mitunter unumgänglich ist, zwischen physikalischen Tensoren/Vektoren und mathematischen Matrizen/Tripeln zu unterscheiden.  
 verstehen, dass Translation und Rotation eines starren Querschnitts nicht vollständig analog behandelt werden können.  
 verstehen, wo die Singularitäten bei der Parametrisierung der  $SO(3)$  mit Euler-Winkeln oder Euler-Rodrigues-Parametern liegen.  
 verstehen, wie sich die Matrix des Trägheitstensors bei Translation und Rotation transformiert.

verstehen, warum die Objektivität der Dehnungsmaße für geometrisch exakte Modelle unerlässlich ist.

verstehen die Analogie zwischen Winkelgeschwindigkeit (eines Querschnitts) und Krümmung (eines Balkens).

verstehen, warum Finite Quotienten zur Krümmungsdiskretisierung der Struktur der  $SO(3)$  ideal Rechnung tragen.

verstehen die Ursache für Shear locking.

verstehen die Signifikanz des Kreiselterms in den Euler-Gleichungen für die Querschnitte in hochdynamischen Anwendungen.

verstehen den strukturellen Aufbau der Lagrange-Gleichungen erster und zweiter Art.

verstehen das Verfahren der Indexreduktion.

verstehen die dynamischen Gleichgewichtsgleichungen geometrisch exakter Balken.

verstehen methodischen Unterschiede zwischen den verschiedenen Zeitintegrationsverfahren.

verstehen, dass statische Gleichgewichtspunkte konstante Lösungstrajektorien der Dynamik darstellen.

verstehen, wie man mit Hilfe des Satzes von Taylor-Maclaurin dynamische Systeme um statische Gleichgewichtspunkte linearisiert.

verstehen die Beweise aller zugehörigen analytischen Zusammenhänge, einschließlich den Voraussetzungen.

### *Anwenden*

Die Studenten/Studentinnen

können zu gegebenen Ansatzfunktionen die Methode der Finiten Elemente auf lineare, dynamische Balken anwenden.

können Masse-, Dämpfungs- und Steifigkeitsmatrix berechnen.

können die Definitheit von Massen-, Dämpfungs- und Steifigkeitsmatrix via Eigenwerte beurteilen.

können die Bewegungsgleichungen eines linearen dynamischen Balkens entkoppeln.

können Schubstarrheit mit Hilfe holonomer Zwangsbedingungen erzwingen.

können die Zwangskräfte schubstarrer linearer Balken in den Bewegungsgleichungen auf Lageebene via Nullraummatrix eliminieren.

können Hauptträgheitsmomente und -richtungen von Querschnitten via Hauptachsentransformation berechnen.

können Trägheitsmomente von Querschnitten via Integration berechnen.

können Koeffizienten von Vektoren und Tensoren zwischen verschiedenen Koordinatensystemen transformieren.

können Singularitäten bei Parametrisierungen als mechanische Locking-Effekte interpretieren.

können die translatorische und rotatorische Energie eines starren Querschnitts berechnen.

können die Winkelgeschwindigkeit zu einer gegebenen Parametrisierung der Rotationsmatrix berechnen.

beherrschen das Rechnen innerhalb der Quaternionen-Algebra.

können Rotationen via Quaternionen objektiv sphärisch interpolieren.

können Rotationsmatrizen in Quaternionen umrechnen, und umgekehrt.

können die Isomorphie zwischen  $SO(3)$  und  $S^3$  sicher anwenden.

können die Balkenkrümmung auf verschiedene Arten diskretisieren.

können die zugehörigen Krümmungscharakteristiken berechnen.

können je nach Diskretisierungsvariante geeignete Quadraturformeln für Energien oder Dissipationspotentiale verwenden.

können durch geeignete reduzierte Integration das problematische Shear locking vermeiden.

können die Lagrange-Gleichungen erster und zweiter Art für nichtlineare Balken aufstellen.

können die dynamischen Gleichgewichtsgleichungen mit dem konstitutiven Materialgesetz kombinieren.

können die reaktiven Querkräfte schubstarrer nichtlinearer Balken systematisch berechnen.

können die Projektionstechnik auf indexreduzierten Fassungen der Bewegungsgleichungen zur Vermeidung des Wegdriftens anwenden.

können den statischen Gleichgewichtspunkt eines verzwängten nichtlinearen Balkens (analytisch oder numerisch) berechnen.

können einen nichtlinearen Balken um einen statischen Gleichgewichtspunkt mit Hilfe des Satzes von Taylor-Maclaurin linearisieren.

können die wichtigsten Herleitungen eigenständig führen.

#### *Analysieren*

Die Studenten/Studentinnen

können anhand des Aufbaus der Dämpfungsmatrix analysieren, wieviel Energie in linearen Balken dissipiert wird.

können die Lösungen der Bewegungsgleichungen in wichtigen Anwendungen diskutieren und analysieren (z.B. Einfluss der Parameter).

können sämtliche Herleitungen eigenständig führen und Querszusammenhänge analysieren.

#### *Erschaffen*

Die Studenten/Studentinnen

können nichtlineare Balkenmodelle eigenständig diskretisieren, implementieren und in der Zeit vorwärtsintegrieren.

können Mehrkörpermodelle realer Maschinen mit starren Körpern, Kraftelementen, Gelenken und flexiblen Balken selbstständig aufbauen.

können deren Dynamik theoretisch (oder numerisch) analysieren.

#### **Literatur:**

- Gross, Hauger, Schröder, Wall: Technische Mechanik II, III, IV. Springer.
- Kuypers: Klassische Mechanik. Wiley-VCH, 2010.
- Bonet, Wood: Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis. Cambridge University Press, 2008.
- Arnold: Mathematical Methods of Classical Mechanics. Springer, 2010.
- Craig, Kurdila: Fundamentals of Structural Dynamics. Wiley-VCH, 2011.

#### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

#### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Dynamik nichtlinearer Balken (Prüfungsnummer: 72761)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Holger Lang

#### **Organisatorisches:**

- Grundkenntnisse Mathematik
- Kenntnisse aus Statik, Elastostatik und Dynamik starrer Körper (= Technische Mechanik I, II und III)

**Modulbezeichnung:** Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz (OPEX) 5 ECTS  
(Operational Excellence in Production)

Modulverantwortliche/r: Nico Hanenkamp

Lehrende: Nico Hanenkamp, Shu Ju

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

### Lehrveranstaltungen:

Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Nico Hanenkamp)

Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz - Übung (SS 2020, Übung, 2 SWS, Shu Ju)

### Inhalt:

- Wertstromanalyse und Wertstromdesign
- JIT - Produktionssystem
- Austaktung von Prozessen
- Rüstzeitreduzierung mit SMED
- Shopfloor Management
- Systematische Problemlösung
- 5S Methode

### Lernziele und Kompetenzen:

#### *Fachkompetenz*

##### *Wissen*

- kennen die Parameter die während einer Wertstromanalyse aufgenommen werden
- kennen die Ursachen für Nachfrageschwankungen in der Produktion
- kennen die Position des Shopfloor Managements in der Unternehmensstruktur
- kennen die Kernelemente eines schlanken Unternehmens

##### *Verstehen*

- verstehen das JIT Produktionssystem
- verstehen den Unterschieden zwischen Tätigkeit mit Verschwendung und mit Wertzuwachs
- verstehen den Ablauf einer Wertstromanalyse
- verstehen den Unterschied zwischen auftragsbezogener und anonymer Bestellung
- verstehen die Materialflussprinzipien entsprechend des LEAN Gedanken
- verstehen den Unterschied zwischen einer Push- und Pull-Steuerung
- verstehen die Definition von Rüstzeit und die Folgen hoher Rüstzeit
- verstehen die Ursachen der Nivellierung der Produktion
- verstehen das Arbeitsverteilungsdiagramm
- verstehen die sieben Verschwendungsarten
- verstehen die Ziele und die Voraussetzungen des Shopfloor Managements
- verstehen den PDCA - Zyklus

##### *Anwenden*

- verstehen die 5S Methode und können diese selbstständig inklusive der dafür benötigten Werkzeuge in der Praxis anwenden.
- können den Kundentakt und die benötigte Mitarbeiteranzahl berechnen
- können eine Wertstromanalyse eigenständig durchführen und dokumentieren
- können einen Wertstrom optimieren und ein Soll-Wertstromdesign gestaltet.
- können eigenständig die Rüstzeit eines Prozesses durch die SMED Methode (inklusive der enthaltenen Werkzeuge) in der Praxis reduzieren.
- können die Austaktung mehrerer Prozesse im Wertstrom vornehmen (inklusive Zykluszeitermittlung, Taktabstimmendiagramm, etc.)
- können die vier Kernaktivitäten des Shopfloor Managements durchführen und diese systematisch überwachen
- können die FQA- Methode anwenden inklusiver der enthaltenen Werkzeuge

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz (Prüfungsnummer: 69201)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Nico Hanenkamp

---

---

**Modulbezeichnung:** Fertigungsmesstechnik II (FMT II) **5 ECTS**  
 (Manufacturing Metrology II)

Modulverantwortliche/r: Tino Hausotte

Lehrende: Tino Hausotte, Sebastian Metzner, Elisa Wirthmann, Patrick Zippert

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Fertigungsmesstechnik II (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte)

Fertigungsmesstechnik II - Übung (SS 2020, Übung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Eine Teilnahme an der Lehrveranstaltung "Fertigungsmesstechnik 1" wird empfohlen, ist jedoch keine Teilnahmevoraussetzung.

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Fertigungsmesstechnik I

---

**Inhalt:**

- **Optische Oberflächenmesstechnik:** Überblick Oberflächenabweichungen und Oberflächenmessprinzipien, Wechselwirkungen, Einteilung der optischen Oberflächenmessverfahren, Mikroskope und Komponenten, Messmikroskope, Numerische Apertur, Punktverwaschungsfunktion, Auflösungsvermögen, Modulations-Transfer-Funktion - Fokusvariation, Fokusvariation mit strukturierter Beleuchtung, Flying Spot Mikroskop, konfokales Mikroskop (Aufbau, Prinzip, Kennlinie, Nipkow-Scheibe, Scanspiegel, Mikrolinsenarray), Laserscanningmikroskop, konfokaler zwei Wellenlängenfasersensor, chromatischer Weißlichtsensor, Laser-Autofokusverfahren, Interferenzmikroskope (Michelson, Mirau, Linnik, Phasenschieber), Weißlichtinterferometer - Streulichtmessung
- **Taktile Formmesstechnik:** Grundlagen der Formmesstechnik, Prinzip, Charakteristika, Messaufgaben - Bauarten von taktilen Formmessgeräten (Drehtisch-, Drehspindelgeräte, Universalformmessgeräte, Tastsysteme) - Messabweichungen (Einflussfaktoren, Abweichungen der Drehführung und deren Bestimmung, Abweichungen der Geradführungen) - Kalibrierung von Formmessgeräten (Flick-Normale, Vergrößerungsnormale, Kugelnormale, Mehrwellennormale) - Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren
- **Optische Formmesstechnik:** Interferometrische Formmessung (Interferenz gleicher Neigung und gleicher Dicke, Mehrstrahlinterferenz, Fabry-Perot und Fizeauinterferometer, Interferenzfilter, Newton'sche Ringe, Phasenschieberinterferometer, Demodulation mit Phasenschiebung, synthetische Wellenlänge, Anwendung der Fizeau-Interferometrie, Einfluss der Referenzfläche, Dreiplattentest, Interferometrie streifendem Einfall, Twyman-Green Interferometer, Einsatzgrenzen) - Deflektometrische Formmessung (Überblick Deflektometrie, Grundprinzip, Extended Shear Angle Difference Methode, flächenhafte Deflektometrie, Einsatzgrenzen)
- **Photogrammetrie:** Grundprinzip, Stereophotogrammetrie, passive Triangulation, Grundlagen, aktive Triangulation (Punkttriangulation, linienhafte und flächenhafte Triangulation) - Streifenlichtprojektion (strukturierte Beleuchtung, Grundprinzip Ein- und Zweikerasysteme, Kodierung Gray Code, Phasenschiebung, Kombinierte Beleuchtung aus Gray Code und Phasenschiebung, Anwendung, Datenverarbeitung, Einsatzgrenzen)
- **Röntgen-Computertomografie:** Röntgenstrahlung, Grundprinzip der Röntgen-Computertomografie, Aufbau und Scanvarianten, Röntgenstrahlquellen, Strahlungsspektrum, Wechselwirkung mit Material (Photoelektrischer Effekt, Compton Streuung), Detektoren, Vergrößerung, Rekonstruktion (Radontransformation, algebraische Rekonstruktion, gefilterte Rückprojektion, Artefakte (Strahlaufhärtung, Ringartefakte, Streustrahlung, Scannerausrichtung), Schwellwertfindung, Anwendung (Defekterkennung, Micro- und Nano-CT, Hochenergie-CT, Multimaterial), Rückführung
- **Spezifikation und Messung optischer Komponenten:** Zeichnungen für optische Elemente und

Systeme, Materialspezifikation, Spezifikation von Oberflächenformtoleranzen, Prüfung der Oberflächenformabweichungen (Passe) mit Probegläsern, Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen, Messung geometrischer Spezifikationen

- **Mikro- und Nanomesstechnik:** Positioniersysteme (Führungen und Antriebe, Gewichtskraftkompensation), metrologischer Rahmen und Gerätekoordinatensysteme, Antastprinzipien und Messsystem (Rasterelektronenmikroskop, Rastertunnelmikroskop, Rasterkraftmikroskope, Nahfeldmikroskope, mikrotaktile Antastung), Mikro- und Nanokoordinatenmesssysteme, Einflussgrößen, Kalibrierung und Rückführung

## Lernziele und Kompetenzen:

### *Fachkompetenz*

#### *Wissen*

- Die Studierenden kennen relevante Definitionen, Fachbegriffe und Kriterien der Fertigungsmesstechnik.
- Die Studierenden können einen Überblick zur Gerätetechnik der Fertigungsmesstechnik sowie deren Funktionsweise und Einsatzgebiete wiedergeben
- Die Studierenden wissen um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen.

#### *Verstehen*

- Die Studierenden sind in der Lage die, den vorgestellten Messgeräten der Fertigungsmesstechnik, zugrundeliegenden Messprinzipien in eigenen Worten zu erläutern.
- Die Studierenden können Messaufgaben beschreiben und interpretieren, und Schwachstellen in der Planung und Durchführung erkennen.
- Die Studierenden können Messergebnisse und die zugrunde liegenden Verfahren angemessene kommunizieren und interpretieren.

#### *Anwenden*

- Die Studierenden können eigenständig geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik auswählen.
- Die Studierenden können das Erlernete auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben transferieren.

#### *Evaluiieren (Beurteilen)*

- Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und strukturell analysieren.
- Die Studierenden sind in der Lage Messergebnisse zu hinterfragen und auf dieser Basis die Funktionalität des Messsystems sowie die zum Zeitpunkt der Messung vorherrschenden Messbedingungen zu bewerten.

#### *Erschaffen*

- Die Studierenden können die Eignungsuntersuchungen verschiedener Messprinzipien zur Erfüllung neuer Messaufgaben erstellen und auf deren Basis adaptierte Messsysteme konzipieren.

## Literatur:

- International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, <http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html>
- DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012
- Pfeifer, Tilo: Fertigungsmesstechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 - ISBN 3-486-24219-9
- Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 - ISBN 978-3-8348-0692-5
- Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmesstechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 - ISBN 3-540-11784-9

- Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 - ISBN 978-3-937889-51-2
- Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 - ISBN 3-478-93212-2
- Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012
- Hausotte, Tino: Nanopositionier- und Nanomessmaschinen - Geräte für hochpräzise makro- bis nanoskalige Oberflächen- und Koordinatenmessungen. Pro Business Verlag, 2011 - ISBN 978-3-86805-948-9
- David J. Whitehouse: Handbook of Surface and Nanometrology, Crc Pr Inc., 2010 - ISBN 978-1420082012

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Fertigungsmesstechnik II (Prüfungsnummer: 69251)

(englische Bezeichnung: Manufacturing Metrology II)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

**Prüfungstermine**, eine **allgemeine Regel der Prüfungstagvergabe** und **Termine der Klausureinsicht** finden Sie auf StudOn: Prüfungstermine und Termine der Klausureinsicht

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Tino Hausotte

---

### Organisatorisches:

- Unterlagen zur Lehrveranstaltung werden auf der Lernplattform StudOn ([www.studon.uni-erlangen.de](http://www.studon.uni-erlangen.de)) bereitgestellt. Das Passwort wird in der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

---

**Modulbezeichnung:** Geometric numerical integration (GNI) 5 ECTS  
 (Geometric numerical integration)

Modulverantwortliche/r: Sigrid Leyendecker

Lehrende: Sigrid Leyendecker, Rodrigo Takuro Sato Martin de Almagro

---

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Geometric numerical integration (SS 2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Sigrid Leyendecker et al.)

---

**Inhalt:**

- Integration of ordinary differential equations
- Numerical integration
- Conservation of first integrals (linear and quadratic invariants)
- Symplectic integration of Hamiltonian systems
- Variational integrators
- Error analysis

In this lecture, numerical methods that preserve the geometric properties of the flow of a differential equation are presented. First, basic concepts of integration theory such as consistency and convergence are repeated. Several numerical integration methods (Runge-Kutta methods, collocation methods, partitioned methods, composition and splitting methods) are introduced. Conditions for the preservation of first integrals are derived and proven. After a brief introduction into symmetric methods, symplectic integrators for Lagrange and Hamilton systems are considered. Basic concepts such as Hamilton's principle, symplecticity, and Noether's theorem are introduced. A discrete formulation leads to the class of variational integrators which is equivalent to the class of symplectic methods. The symplecticity leads to a more accurate long-time integration which is proven by concepts of backward error analysis and is demonstrated by means of numerical examples.

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

The students

are familiar with 'Lagrange systems' and 'Hamiltonian systems' and 'Hamilton's principle'

know the terms 'ordinary differential equation' and 'analytic solution'

are familiar with 'consistency' and 'convergence' of a discrete evolution

know standard integrators to solve ordinary differential equations numerically (Runge-Kutta methods, collocation methods, composition and splitting methods. . .)

know symmetric integrators

are familiar with the terms 'first integrals' and 'quadratic invariants'

are familiar with Noether's theorem and symplecticity of the Hamilton flow

know symplectic integrators/variational integrators

know conservation properties of symplectic/variational integrators

are familiar with variational error analysis and backward error analysis

*Anwenden*

The students

derive Lagrange- and Hamilton's equations

determine invariants of dynamical systems

implement numerical integrators and solve the ordinary differential equations numerically

analyse the numerical solutions regarding accuracy, conservation of invariants, convergence, symmetry

**Literatur:**

E. Hairer, G. Wanner, and C. Lubich. Geometric Numerical Integration: Structure-Preserving Algorithms for Ordinary Differential Equations. Springer, 2004.

J. Marsden und T. Ratiu. Einführung in die Mechanik und Symmetrie. Eine grundlegende Darstellung klassischer mechanischer Systeme. Springer, 2001.

J. Marsden, and M. West. Discrete mechanics and variational integrators. Acta Numerica, pp. 357-514, 2001.

---

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Geometrische numerische Integration (Prüfungsnummer: 72771)

(englische Bezeichnung: Geometric Numerical Integration)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Sigrid Leyendecker

---

### **Organisatorisches:**

Vertiefungsmodul zum Modul 'Mehrkörperdynamik'

**Modulbezeichnung:** **Integrated Production Systems (Lean Management) (IPS)** **5 ECTS**  
(Integrated Production Systems (Lean Management))

Modulverantwortliche/r: Jörg Franke  
Lehrende: Jörg Franke

Startsemester: SS 2020                      Dauer: 1 Semester                      Turnus: halbjährlich (WS+SS)  
Präsenzzeit: 60 Std.                      Eigenstudium: 90 Std.                      Sprache: Englisch

**Lehrveranstaltungen:**

Integrated Production Systems (vhb) (SS 2020, Vorlesung, 4 SWS, Jörg Franke)

**Inhalt:**

- Konzepte und Erfolgsfaktoren von Ganzheitlichen Produktionssystemen
- Produktionsorganisation im Wandel der Zeit
- Das Lean Production Prinzip (Toyota-Produktionssystem)
- Die 7 Arten der Verschwendung (Muda) in der Lean Production
- Visuelles Management als Steuerungs- und Führungsinstrument
- Bedarfsglättung als Grundlage für stabile Prozesse
- Prozesssynchronisation als Grundlage für Kapazitätsauslastung
- Kanban zur autonomen Materialsteuerung nach dem Pull-Prinzip
- Empowerment und Gruppenarbeit
- Lean Automation - „Autonomation“
- Fehlersicheres Arbeiten durch Poka Yoke
- Total Productive Maintenance
- Wertstromanalyse und Wertstromdesign
- Arbeitsplatzoptimierung (schlanke Fertigungszellen, U-Shape, Cardboard Engineering)
- OEE-Analysen zur Nutzungsgradsteigerung
- Schnellrüsten (SMED)
- Implementierung und Management des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP, Kaizen)
- Überblick über Qualitätsmanagementsysteme (z.B. Six Sigma, TQM, EFQM, ISO9000/TS16949) und Analysewerkzeuge zur Prozessanalyse und -verbesserung (DMAIC, Taguchi, Ishikawa)
- Verschwendung im administrativen Bereich
- Spezifische Ausgestaltungen des TPS (z.B. für die flexible Kleinserienfertigung) und angepasste Implementierung ausgewählter internationaler Konzerne

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach erfolgreichem Besuch der Lehrveranstaltung sollen die Studenten in der Lage sein:

- Die Bedeutung Ganzheitlicher Produktionssysteme zu verstehen;
- Lean Prinzipien in ihrem Kontext zu verstehen und zu beurteilen;
- die dazu erforderlichen Methoden und Werkzeuge zu bewerten, auszuwählen und zu optimieren;
- einfache Projekte zur Optimierung von Produktion und Logistik anhand des Gelernten im Team durchführen zu können;

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Integrated Production Systems (Prüfungsnummer: 71231)

(englische Bezeichnung: Integrated Production Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Jörg Franke

---

**Organisatorisches:**

Unterrichtssprache: Deutsch, Englisch

Voraussetzung: Kenntnisse aus Produktionstechnik 1+2, Betriebswirtschaft für Ingenieure

Für die Prüfung sind ausschließlich folgende Hilfsmittel zugelassen:

- nicht programmierbarer Taschenrechner
- dokumentenechter Stift
- Textmarker
- Lineal, Geodreieck, Zirkel
- Namensstempel

Darüber hinaus sind keine weiteren Hilfsmittel erlaubt (dies gilt insbesondere für Uhren, Mobiltelefone oder sonstige elektronische Geräte).

---

**Modulbezeichnung: Integrierte Produktentwicklung (IPE)** **5 ECTS**  
(Integrated Product Development)

Modulverantwortliche/r: Sandro Wartzack  
Lehrende: Sandro Wartzack

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Integrierte Produktentwicklung (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Sandro Wartzack et al.)

---

**Inhalt:**

Vorlesungen  
V1 - Einführung und der Faktor Mensch in der Produktentwicklung  
V2 - Prozessmanagement  
V3 - Projektmanagement  
V4 - Entwicklungscontrolling  
V5 - Bewerten und Entscheidungsfindung  
V6 - Trendforschung & Szenariotechnik  
V7 - Bionik  
V8 - Risikomanagement  
V9 - Wissensmanagement  
V10 - Komplexitätsmanagement  
V11 - Produktlebenszyklusmanagement  
V12 - Innovationsmanagement  
Übungen  
Ü1 - Prozessmanagement  
Ü2 - Projektmanagement  
Ü3 - Entwicklungscontrolling  
Ü4 - Bewerten und Entscheidungsfindung  
Ü5 - Szenariotechnik  
Ü6 - Risikomanagement  
Ü7 - Produktlebenszyklusmanagement

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

Im Rahmen der IPE-Vorlesung werden den Studierenden Kenntnisse vermittelt, um organisatorische, methodische sowie technische Maßnahmen und Hilfsmittel zielorientiert als ganzheitlich denkende Produktentwickler einzusetzen. Zentrale Lehrinhalte der Vorlesung sind das Management der Prozesse in modernen Unternehmen sowie Möglichkeiten der methodischen Unterstützung. Die in den Vorlesungen vermittelte Theorie wird in Übungen durch praktische Anwendung gefestigt. Im Einzelnen beinhaltet dies:

- Wissen über den zu verinnerlichenden Grundgedanken der IPE mit den vier Aspekten Mensch, Methodik, Technik und Organisation sowie deren Zusammenspiel.
- Wissen über das Managen von Unternehmensprozessen; Methoden zur Modellierung von Geschäfts- und Unternehmensprozessen; Management von Projekten inklusive der Planung von Ressourcen, Kalkulation und Überwachung von Projektkosten, Strukturierung von Arbeitspaketen, Messung des Projektfortschritts, Erkennen und Lösen von Problemen im Projektverlauf
- Wissen über Methoden die für die genannten Punkte eingesetzt werden können: Prozessmodellierung mittels Netzplantechnik, Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS), erweiterte ereignisgesteuerte Prozessketten (eEPK), Structured Analysis and Design Technique (SADT), Petrinetze und Anwendung ausgewählter Beispiele im Rahmen der Übung;

- Wissen über die Bedeutung des Entwicklungscontrollings und der spezifischen Bereiche Strategie-, Bereichs- und Projektcontrolling; Einordnung des Controllings im Unternehmen sowie Wissen über zentrale Methoden des Controllings;
- Wissen über Methoden des Risikomanagements: Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FEMA), Fehlerbaumanalyse, Markov Ketten
- Wissen über die typischen Barrieren bei der Einführung von WM-Systemen; Wissen über das Phasenmodell zur Etablierung eines WM-Prozesses in Unternehmen
- Wissen über Komplexitätsmanagement; Entstehen von Komplexität in Produkten und Prozessen; Wissen über und Erkennen von Komplexität und Komplexitätstreibern sowie deren Auswirkungen; Strategien, Methoden und Werkzeuge zum Komplexitätsmanagement: Management von Varianten, Variantenstrategien, Variantenbaum, Wiederholteilsuche, Variant Mode and Effect Analysis (VMEA); Wissen über Änderungsstrategien: Unterscheidung der beiden Ansätze korrigierendes und generierendes Ändern, Ablauf der notwendigen Prozesskette für eine technische Änderung
- Wissen über Product Lifecycle Management (PLM); Wissen über den Produktlebenszyklus und die einzelnen Phasen; Abgrenzung der Aspekte CAD, PDM und PLM hinsichtlich Integrationsstiefe und Integrationsbreite; Wissen über die Notwendigkeit von und Anforderungen an PLM-Systeme; Wissen über integrierte Produktmodelle; Wissen über das Produktmodell nach dem STEP-Standard; Wissen über Versionen und Varianten; Wissen über Konfigurationsmanagement; Wissen über Workflow- und Änderungsmanagement; Wissen über die Phasen der Einführung eines PLM-Systems und der zu beachtenden Einflussfaktoren
- Wissen über Innovationsmanagement; Abgrenzung der Begriffe Idee, Innovation, Technologie und Technik; Wissen über die Aufgabenfelder und Ziele des Innovationsmanagements; Wissen über den Innovationsprozess und seine Phasen; Methoden und Hilfsmittel zur Technologiefrüherkennung und -prognose; Wissen über die S-Kurve zur Abschätzung der technologischen Entwicklung; Faktoren zur Förderung der Innovationskultur; Wissen über Innovationskostenbudgetierung;

#### *Verstehen*

Die Lehrveranstaltung „Integrierte Produktentwicklung“ vermittelt Verständnis und Zusammenhänge in den Bereichen

- Risikoeinschätzung
- Planungs- und Managementtechniken
- Information, Wissen und Wissensmanagement
- Innovationsmanagement

#### *Anwenden*

Im Rahmen der IPE-Übung bearbeiten die Studentinnen und Studenten Prozessmodelle, Projektpläne, Bewertungsobjekte, Szenariogestaltungsfelder, risikobehaftete Systeme sowie Daten- und Systemstrukturen von PLM-Systemen. Die Arbeiten erfolgen in Gruppen, die Studierenden präsentieren ihre Ergebnisse unter der Leitung des wissenschaftlichen Personals. Grundlage für die genannten Tätigkeiten stellt das in der Vorlesung vermittelte Wissen dar.

#### *Analysieren*

- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung MRK erworbenen Kompetenzen
- Aufzeigen von Querverweisen zu der Wahl-Lehrveranstaltung Innovationsmethoden

#### *Erschaffen*

Im Rahmen der IPE-Übung bearbeiten die Studierenden selbstständig konkrete Problemstellungen die sich am Inhalt der jeweiligen Vorlesung orientieren:

- Die Studierenden entwickeln das Prozessmodell für einen Geschäftsprozess zur Bauteilbearbeitung und greifen dabei auf das in der Vorlesung vermittelte Wissen zurück (Modellierungsobjekte und -restriktionen).
- Die Aufgaben zur Projektplanung steigen in ihrer Kompliziertheit und werden von den Studierenden selbstständig bearbeitet. Dabei erzeugen sie Projektpläne, berechnen Pufferzeiten und identifizieren den jeweiligen kritischen Pfad. Weiterhin werden für konkrete Beispiele Meilensteinpläne und Gantt-Diagramme erarbeitet.

- Für ein realistisches Beispiel (ICE-Drehgestell) erzeugen die Studierenden eine Kosten-Trendanalyse und eine Meilenstein-Trendanalyse. Sie analysieren ihre Ergebnisse und beurteilen selbstständig, ob hinsichtlich der beiden Aspekte ein Verzug im Projekt auftritt und ggf. eingegriffen werden müsste.
- Im Rahmen der Übungseinheit „Bewerten und Entscheidungsfindung“ erzeugen die Studierenden für ein durchgehendes Beispiel eine Argumentenbilanz, eine Präferenzmatrix sowie eine gewichtete Punktbewertung. Die Ergebnisse werden von den Gruppen präsentiert und besprochen.
- Basierend auf den Inhalten der Vorlesung „Szenariotechnik“ erzeugen die Studierenden Lösungen für ein durchgehendes Beispiel und durchlaufen dabei alle Stufen des Szenariobildungsprozesses. Ausgehend von einer Gestaltungsfeldanalyse identifizieren die Studierenden selbstständig Umfeld- und Lenkungsgrößen, legen Schlüsselfaktoren (SF) fest, erzeugen ein vollständiges Aktiv-Passiv Grid, ermitteln Zukunftsprognosen für jeden SF und erzeugen daraus die einzelnen Szenarien. Die Ergebnisse werden präsentiert und diskutiert.
- Im Rahmen der Übung „Risikomanagement“ wird Wissen über die Grundlagen der Bool'schen Algebra vermittelt und anschließend von den Studierenden in kurzen Übungen angewandt. Die Übungsteilnehmenden analysieren Fehlerbäume und optimieren diese anschließend.
- Die Studierenden analysieren Datenflüsse und -strukturen eines fiktiven Unternehmens ohne PLM-System und erzeugen auf der Basis des Wissens aus der Vorlesung ein optimiertes Konzept das PLM beinhaltet.

---

#### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

#### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung + Übung Integrierte Produktentwicklung (Prüfungsnummer: 72501)

(englische Bezeichnung: Lecture/Tutorial: Integrated Product Development)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablagerung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Sandro Wartzack, 2. Prüfer: Jörg Miehl

**Modulbezeichnung:** International Supply Chain Management (ISCM) 5 ECTS  
(International Supply Chain Management)

Modulverantwortliche/r: Jörg Franke  
Lehrende: Jörg Franke

Startsemester: SS 2020 Dauer: 1 Semester Turnus: halbjährlich (WS+SS)  
Präsenzzeit: 60 Std. Eigenstudium: 90 Std. Sprache: Englisch

**Lehrveranstaltungen:**

International Supply Chain Management (vhb) (SS 2020, Vorlesung, 4 SWS, Jörg Franke et al.)

**Inhalt:**

Ziel der virtuellen Vorlesung ist ein Überblick über die Aufgaben eines Supply Chain Managers auf dem internationalen Parkett:

- Ziele und Aufgaben
- Methoden und Tools
- Internationales Umfeld
- Erfahrung und Wissen aus der industriellen Praxis
- Aktueller Stand der Wissenschaft im SCM-Umfeld

Der Kurs gliedert sich in folgende Lerneinheiten:

- Integrated logistics, procurement, materials management and production
- Material inventory and material requirements in the enterprise
- Analysis of cost reduction in materials management
- Management of procurement and purchasing
- Procurement strategies
- Warehouse management, picking systems, in-plant material handling, packaging
- Distribution logistics, global tracking and tracing
- Modes of transport in international logistics
- Disposal logistics
- Logistics controlling
- Global logistic structures and value chains
- IT systems in supply chain management
- Sustainable global structures of production and logistics
- Summary

Zur praktischen Vertiefung werden im Rahmen des Kurses 3 Case Studies durchgeführt.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Der Studierende ist nach erfolgreichem Abschluss des Kurses in der Lage

- Grundbegriffe des Supply Chain Managements zu definieren,
- wichtige Methoden und Strategien der Beschaffung zu verstehen,
- verschiedene Lagertypen und -strategien zu nennen und einzuordnen,
- Möglichkeiten zur Kostenreduktion in Lieferketten zu analysieren,
- zentrale IT-Systeme des Supply Chain Managements zu kennen und voneinander abzugrenzen,
- Entsorgungs- und Controllingstrategien zu erläutern,
- wesentliche Probleme in internationalen Liefernetzwerken zu erkennen,
- Möglichkeiten der Transformation hin zur nachhaltigen Supply Chain zu erläutern,
- verschiedene Verkehrsträger zu bewerten.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering

and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

International Supply Chain Management (Prüfungsnummer: 49201)

(englische Bezeichnung: International Supply Chain Management)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Jörg Franke

---

### **Organisatorisches:**

Für die Prüfung sind ausschließlich folgende Hilfsmittel zugelassen:

- nicht programmierbarer Taschenrechner
- dokumentenechter Stift
- Textmarker
- Lineal, Geodreieck, Zirkel
- Namensstempel

Darüber hinaus sind keine weiteren Hilfsmittel erlaubt (dies gilt insbesondere für Uhren, Mobiltelefone oder sonstige elektronische Geräte).

---

**Modulbezeichnung:** Kunststofftechnik II (KTII) 5 ECTS  
(Polymer Technology II)

Modulverantwortliche/r: Dietmar Drummer  
Lehrende: Dietmar Drummer

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Konstruieren mit Kunststoffen (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Dietmar Drummer)  
Technologie der Verbundwerkstoffe (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Dietmar Drummer)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Eigenschaften, Verarbeitungsverfahren und Konstruktionsweisen von faserverstärkten Kunststoffen
  - Rechnergestützte Produkt- und Prozessentwicklung in der Kunststofftechnik
- 

**Inhalt:**

***Inhalt: Konstruieren mit Kunststoffen***

Die Vorlesung Konstruieren mit Kunststoffen stellt wichtige Aspekte für die Konstruktion von Bauteilen mit Kunststoffen dar.

Der Inhalt der Vorlesung gliedert sich wie folgt:

- Einführung, methodisches Konstruieren, Anforderungslisten
- Werkstoffauswahl, Werkstoffdatenbanken
- Auswahl des Fertigungsverfahrens
- Innere Eigenschaften und Verarbeitungseinflüsse
- Werkzeuge für den Verarbeitungsprozess
- Modellbildung und Simulation des Verarbeitungsprozesses
- Dimensionieren
- Modellbildung und Simulation zu Bauteilauslegung
- Werkstoffgerechtes Konstruieren
- Verbindungstechnik
- Maschinenelemente
- Rapid Prototyping und Rapid Tooling
- Bauteilprüfung und Produkterprobung

Eine wichtige Grundlagen der Vorlesung sind die Kenntnis der Eigenschaften der verschiedenen Kunststoffe und ihre Modifikationen sowie die Kenntnis der Fertigungsprozesse und dass diese sich entscheidend auf die Bauteilkonstruktion auswirken.

***Inhalt: Technologie der Verbundwerkstoffe***

Die Vorlesung Technologie der Faserverbundwerkstoffe stellt die einzelnen Komponenten (Faser und Matrix), die Auslegung, Verarbeitungstechnologie, Simulation und Prüfung mit Fokus auf Faserverbundkunststoffe vor.

Im Einzelnen ist die Vorlesung ist wie folgt gegliedert:

- Einführung
- Verstärkungsfasern
- Matrix
- Fasern und Matrix im Verbund
- Verarbeitung (Duroplaste und Thermoplaste)
- Auslegung (klassische Laminattheorie)
- Gestaltung und Verbindungstechnik
- Simulation
- Mechanische Prüfung und Inspektion

**Lernziele und Kompetenzen:**

***Lernziele und Kompetenzen: Konstruieren mit Kunststoffen***

### **Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden**

- Kennen von Begrifflichkeiten und Definitionen für die Konstruktion mit Kunststoffen.
- Kennen der Vorgangsweise beim Erstellen einer Konstruktion mit Bauteilen aus Kunststoff.
- Verstehen, wie sich die speziellen Eigenschaften der Kunststoffe auf die Konstruktion auswirken.
- Kennen und Verstehen der wichtigen Punkte bei der Erstellung einer Simulation.
- Kennen und Anwenden der verschiedenen Hilfsmittel bei Erstellung einer Konstruktion, wie etwa Werkstoffdatenbanken und Simulationen.

### **Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren**

- Auswählen und Bewerten verschiedener Werkstoffe für eine gegebene Konstruktionsaufgabe.
- Auswahl eines Werkstoffs für ein gegebenes Anforderungsprofil und kunststoff- und fertigungsgerechte Konstruktion eines Bauteils.
- Durchführung einer kritischen, bewertenden Betrachtung von Bauteilen hinsichtlich Werkstoffauswahl und Konstruktion.
- Bewertung von Simulationsergebnissen und daraus Ableitung von sinnvollen Maßnahmen für die Konstruktion.

### **Lernziele und Kompetenzen: Technologie der Verbundwerkstoffe**

#### **Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden**

- Kennen von Begrifflichkeiten und Definitionen im Bereich der Faserverbundkunststoffe.
- Kennen von verschiedenen Halbzeuge und deren verfügbare Konfektionierung.
- Kennen und Verstehen der Verarbeitung von faserverstärkten Formmassen.
- Erläutern der Struktur und der besonderen Merkmalen der unterschiedlichen Ausprägungen und Werkstoffe von Fasern und Matrix.
- Verstehen der Auslegung, der Verbindungstechnik und der Simulation von faserverstärkten Bauteilen.

#### **Fachkompetenz: Analysieren, Evaluieren und Erschaffen**

- Auslegung und Konstruktion eines werkstoff- und belastungsgerechten Faserverbundbauteils.
- Beurteilung von Faserverbundbauteilen hinsichtlich Werkstoffauswahl, Gestaltung und Konstruktion.
- Bewertung der Simulationsergebnisse zu Faserverbundbauteilen.

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung + Übung Kunststofftechnik II (Prüfungsnummer: 73201)

(englische Bezeichnung: Lecture/Tutorial: Plastics Engineering II)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

elektronische Prüfung, über 75% MultipleChoice

Erstablegung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Dietmar Drummer

---

**Modulbezeichnung:** **Vertiefung Lasertechnik (VT LT)** **5 ECTS**  
(Specialisation Laser Technology)

Modulverantwortliche/r: Michael Schmidt  
Lehrende: Michael Schmidt

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin (SS 2020, Vorlesung, 4 SWS, Michael Schmidt et al.)

---

**Inhalt:**

Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizintechnik:

- Anwendung des Lasers in verschiedenen Fertigungsprozessen
- Strahlführung und Formung
- Simulation von Laserprozessen
- Erzeugung ultrakurzer Laserpulse und deren Anwendung
- Anwendung des Lasers in der Augenheilkunde und zur Gewebearbeitung

**Lernziele und Kompetenzen:**

Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizintechnik:

Die Studierenden beschreiben die Mechanismen bei der Interaktion von Laserstrahlung mit Materie. Darüber hinaus abstrahieren die Studierenden die besonderen Herausforderungen bei der Anwendung von Lasern in der Fertigung. Die Studierenden klassifizieren ferner die Messprinzipien auf der Mikro- u. Nanoskala und vergleichen die Prinzipien der Strahlführung und Strahlformung. Die Studierenden stellen außerdem die Erzeugung ultrakurzer Laserpulse dar und die Studierenden fassen die Grundlagen und Anwendungsgebiete der Simulation in der Lasertechnik zusammen. Die Studierenden schildern die Herausforderungen der Medizin an die Lasertechnik und veranschaulichen die Vorteile des Lasers in der Ophthalmologie und der Gewebearbeitung.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin (Prüfungsnummer: 72801)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Michael Schmidt, 2. Prüfer: Florian Klämpfl

---

**Modulbezeichnung:** Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (NLKM) (Nonlinear Continuum Mechanics) **5 ECTS**

Modulverantwortliche/r: Paul Steinmann

Lehrende: Paul Steinmann, Dominic Soldner

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

**Lehrveranstaltungen:**

Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear continuum mechanics (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Paul Steinmann)

Übungen zur Nichtlinearen Kontinuumsmechanik (SS 2020, Übung, 2 SWS, Dominic Soldner)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Kenntnisse aus dem Modul "*Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre*" und "*Lineare Kontinuumsmechanik*"

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics

Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre

**Inhalt:**

Kinematics

- Displacement and deformation gradient
- Field variables and material (time) derivatives
- Lagrangian and Eulerian framework

Balance equations

- Stress tensors in the reference and the current configuration
- Derivation of balance equations

Constitutive equations

- Basic requirements, frame indifference
- Elastic material behaviour, Neo-Hooke

Variational formulation and solution by the finite element method

- Linearization
- Discretization
- Newton method

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erwerben fundierte Kenntnis über Feldgrößen (Deformation, Verschiebungen, Verzerrungen und Spannungen) als orts- und zeitabhängige Größen im geometrisch nichtlinearen Kontinuum.
- verstehen die Zusammenhänge zwischen der Lagrange'schen und Euler'schen Darstellung der kinematischen Beziehungen und Bilanzgleichungen.
- können die konstitutiven Gleichungen für elastisches Materialverhalten auf Grundlage thermodynamischer Betrachtungen ableiten.
- können die vorgestellten Theorien im Rahmen der finiten Elementmethode für praktische Anwendungen reflektieren.

**Objectives**

The students

- obtain profound knowledge on the description of field variables in non-linear continuum theory
- know the relation/transformation between the Lagrangian and the Eulerian framework
- are able to derive constitutive equations for elastic materials on the basis of thermodynamic assumptions

- are familiar with the basic concept of variational formulations and how to solve them within a finite element framework

**Literatur:**

- Betten: Kontinuumsmechanik, Berlin:Springer 1993
- Altenbach, Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Stuttgart:Teubner 1994

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 72601)

(englische Bezeichnung: Lecture/Tutorial: Nonlinear Continuum Mechanics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Paul Steinmann

---

**Bemerkungen:**

Sprache der Prüfung: Englisch und Deutsch

Language of examination: English and German

**Modulbezeichnung:** Numerische und Experimentelle Modalanalyse (NEMA) 5 ECTS  
(Numerical and Experimental Modal Analysis)

Modulverantwortliche/r: Kai Willner

Lehrende: Kai Willner, Tim Weidauer

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Numerische und Experimentelle Modalanalyse (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Kai Willner)

Übungen zur Numerischen und Experimentellen Modalanalyse (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Tim Weidauer)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Kenntnisse aus dem Modul "*Technische Schwingungslehre (TSL)*"

**Inhalt:**

**Numerische Modalanalyse**

- Numerische Lösung des Eigenwertproblems
- Modale Reduktion
- Dämpfungs-, Massen- und Punktmassenmatrizen
- Lösung der Bewegungsgleichungen, Zeitschrittintegration

**Experimentelle Modalanalyse**

- Grundlagen der Signalanalyse: Fourier-Transformation, Aliasing, Leakage
- Experimentelle Analyse im Zeit- und Frequenzbereich

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

- Die Studierenden kennen die analytische Lösung für die freie Schwingung einfacher Kontinua wie Stab und Balken.
- Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Lösung des Eigenwertproblems.
- Die Studierenden kennen die Methode der modalen Reduktion.
- Die Studierenden kennen verschiedene Möglichkeiten der Dämpfungsbeschreibung.
- Die Studierenden kennen den Unterschied zwischen der konsistenten Massenmodellierung und Punktmassen.
- Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Zeitschrittintegration.
- Die Studierenden kennen die Grundlagen der Signalanalyse im Frequenzbereich auf der Basis der Fouriertransformation.
- Die Studierenden kennen die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der numerischen und experimentellen Modalanalyse.
- Die Studierenden kennen die prinzipielle Vorgehensweise bei der experimentellen Modalanalyse sowie die entsprechenden Fachtermini.
- Die Studierenden kennen verschiedene Messaufnehmer und Anregungsverfahren.
- Die Studierenden kennen die verschiedenen Übertragungsfrequenzgänge und Verfahren zur Bestimmung der modalen Parameter.
- Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Überprüfung der Linearität eines Systems.

*Verstehen*

- Die Studierenden können die Probleme bei der numerischen Dämpfungsmodellierung erläutern.
- Die Studierenden können die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Massenmodellierungen erklären sowie den Einfluss auf die Eigenwerte bei verschiedenen Elementtypen erläutern.
- Die Studierenden verstehen das Shannonsche Abtasttheorem und können damit den Einfluss von Abtastauflösung und Abtastlänge auf das Ergebnis der diskreten Fouriertransformation erläutern.

- Die Studierenden können die Probleme des Aliasing und des Leakage erklären und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Reduktion dieser Fehler erläutern.
- Die Studierenden verstehen den Einfluß verschiedener Lagerungs- und Anregungsarten der zu untersuchenden Struktur auf das Messergebnis.
- Die Studierenden verstehen den Zusammenhang der verschiedenen Übertragungsfrequenzgänge und können diesen zum Beispiel anhand der Nyquist-Diagramme erklären.

#### Anwenden

- Die Studierenden können das Verfahren der simultanen Vektoriteration zur Bestimmung von Eigenwerten und -vektoren implementieren.
- Die Studierenden können verschiedene Zeitschrittintegrationsverfahren implementieren.
- Die Studierenden können eine Signalanalyse im Frequenzbereich mit Hilfe kommerzieller Programme durchführen.
- Die Studierenden können verschiedene Übertragungsfrequenzgänge ermitteln und daraus die modalen Parameter bestimmen.

#### Analysieren

- Die Studierenden können eine geeignete Dämpfungs- und Massenmodellierung für die numerische Modalanalyse auswählen.
- Die Studierenden können ein problemangepasstes Verfahren zur Lösung des Eigenwertproblems auswählen.
- Die Studierenden können ein problemangepasstes Zeitschrittintegrationsverfahren auswählen.
- Die Studierenden können für eine gegebene Messaufgabe einen Versuchsaufbau mit geeigneter Lagerung und Anregung der Struktur konzipieren.
- Die Studierenden können für eine gegebene Messaufgabe eine passende Abtastrate und -dauer sowie entsprechende Filter bzw. Fensterfunktionen wählen.
- Die Studierenden können ein geeignetes Dämpfungsmodell zur Bestimmung der modalen Dämpfungen auswählen.

#### Evaluieren (Beurteilen)

- Die Studierenden können eine numerische Eigenwertlösung anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Dämpfungs- und Massenmodellierung kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen.
- Die Studierenden können eine numerische Lösung im Zeitbereich anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Zeitschrittweite etc. kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen.
- Die Studierenden können das Ergebnis einer Fourier-Signalanalyse kritisch beurteilen, eventuelle Fehler bei der Messung erkennen und sinnvolle Maßnahmen zur Verbesserung aufzeigen.
- Die Studierenden können die experimentell ermittelten modalen Parameter anhand verschiedener Kriterien wie zum Beispiel MAC-Werte beurteilen.
- Die Studierenden können die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Modalanalyse anhand von Linearitätstests überprüfen und beurteilen.
- Die Studierenden können die Ergebnisse einer numerischen und experimentellen Modalanalyse kritisch vergleichen, qualifizierte Aussagen über die jeweilige Modellgüte machen und gegebenenfalls Vorschläge zur Verbesserung machen.

#### Literatur:

- Bode, H.: Matlab-Simulink: Analyse und Simulation dynamischer Systeme. Stuttgart, Teubner, 2006
- Bathe, K.: Finite-Elemente-Methoden. Berlin, Springer, 2001
- Ewins, D.J.: Modal Testing. Research Studies Press, 2000

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Numerische und experimentelle Modalanalyse (Prüfungsnummer: 72651)

(englische Bezeichnung: Lecture/Tutorial: Numerical and Experimental Modal Analysis)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Kai Willner

---

---

**Modulbezeichnung:** Produktionsprozesse der Zerspanung (ProdZ) 5 ECTS  
 (Production processes in machining)

Modulverantwortliche/r: Nico Hanenkamp  
 Lehrende: Nico Hanenkamp

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Produktionsprozesse der Zerspanung (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Nico Hanenkamp)  
 Produktionsprozesse der Zerspanung - Übung (SS 2020, Übung, 2 SWS, Daniel Gross)

---

**Inhalt:**

Die Vorlesung behandelt inhaltlich das in DIN 8580 klassifizierte Fertigungsverfahren Trennen und im speziellen die in DIN 8589 spezifizierten Prozesse der Zerspanung (Drehen, Bohren, Senken, Reiben, Fräsen, Hobeln, Stoßen, Räumen, Sägen, Feilen, Raspeln, Bürstspanen, Schaben, Meißeln Schleifen, Honen, Läppen und Gleitspanen). Des Weiteren werden allgemeine Grundlagen zur Zerspanung (Spanentstehung, Spankräfte, Bewegungsgrößen) und prozessuale Spezifikationen (Kühlschmierstoffe, Schneidstoffe, Werkzeugmaschinen, Spannzeuge) vermittelt. Eine zusätzlich angebotene Übung dient zur Vertiefung und Anwendung des Vorlesungsinhalts. Das erlernte Wissen soll durch die Erstellung eines Fertigungskonzepts für ein bestimmtes Produkt angewendet werden.

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

- Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse zu den Fertigungsprozessen nach DIN 8589
- Die Studierenden erwerben Kenntnisse über werkstoffwissenschaftliche Aspekte und Werkstoffeigenschaften sowie Werkstoffverhalten vor und nach den jeweiligen Bearbeitungsprozessen
- Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozessführung sowie spezifische Eigenschaften der Produktionsverfahren
- Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Prozessverständnis hinsichtlich der wirkenden Mechanismen
- Die Studierenden erhalten grundlegende Kenntnisse im Bereich der Produktentwicklung und Produktauslegung (Verfahrensmöglichkeiten, Verfahrensgrenzen, Designeinschränkungen, etc.)

*Verstehen*

- Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Prinzipien von Fertigungsprozessen und der Systemauslegung zu verstehen
- Die Studierenden können die Zerspanungsprozesse unterscheiden.

*Anwenden*

- Die Studierenden können geeignete Fertigungsverfahren zur Herstellung technischer Produkte bestimmen

*Analysieren*

- Die Studierenden können die verschiedenen Fertigungsverfahren erkennen und normgerecht differenzieren

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Produktionsprozesse der Zerspannung (Prüfungsnummer: 69151)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Nico Hanenkamp

---

---

**Modulbezeichnung:** Produktionsprozesse in der Elektronik (PRIDE 2) 5 ECTS  
 (Production Processes for Electronics)

Modulverantwortliche/r: Jörg Franke  
 Lehrende: Assistenten

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Produktionsprozesse in der Elektronik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Jörg Franke et al.)  
 Übung zu Produktionsprozesse in der Elektronik (SS 2020, Übung, 2 SWS, Jörg Franke et al.)

---

**Inhalt:**

Die Vorlesung Produktionsprozesse in der Elektronik behandelt die für die Produktion von elektronischen Baugruppen notwendigen Prozesse, Technologien und Materialien entlang der gesamten Fertigungskette. Dabei wird ausgehend vom Layoutentwurf der Leiterplatte auf die Prozessschritte zur fertigen elektronischen Baugruppe eingegangen. Zudem werden die notwendigen Aspekte der Qualitätssicherung und Materiallogistik und auch das Recycling behandelt. Ergänzend werden die Fertigungsverfahren für MEMS und Solarzellen sowie für flexible und dreidimensionale Schaltungsträger betrachtet. Die Übung findet im Rahmen von mehreren Exkursionen zu verschiedenen Unternehmen der Elektronikproduktion statt.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- lernen die wesentlichen Prozessschritte zur Herstellung elektronischer Baugruppen (von der Leiterplatte bis zum fertigen Produkt) intensiv kennen.
- können mit diesem Wissen Konzepte für effiziente Fertigungsketten der Elektronikproduktion unter Berücksichtigung technologischer sowie produktionstechnischer Aspekte ableiten.
- lernen die in der Elektronikproduktion eingesetzten lasergestützten Fertigungstechnologien detailliert kennen und sind in der Lage, mit den vermittelten Kenntnissen Konzepte für den Aufbau einer lasergestützten Fertigung von Elektronikkomponenten zu entwickeln.

**Literatur:**

gleichnamiges Vorlesungsskript und die darin enthaltenen Hinweise auf weiterführende Literatur.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Produktionsprozesse in der Elektronik (Vorlesung + Übung) (Prüfungsnummer: 71221)

(englische Bezeichnung: Production Processes for Electronics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Jörg Franke

---

**Organisatorisches:**

Für die Prüfung sind ausschließlich folgende Hilfsmittel zugelassen:

- nicht programmierbarer Taschenrechner

- dokumentenechter Stift
- Textmarker
- Lineal, Geodreieck, Zirkel
- Namensstempel

Darüber hinaus sind keine weiteren Hilfsmittel erlaubt (dies gilt insbesondere für Uhren, Mobiltelefone oder sonstige elektronische Geräte).

---

**Modulbezeichnung:** Einführung in die Programmierung humanoider Roboter (NAORob) 5 ECTS  
 (Basic principles of programming humanoid robots)

Modulverantwortliche/r: Jörg Franke

Lehrende: Jörg Franke, Assistenten, Sebastian Reitelshöfer

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Einführung in die Programmierung humanoider Roboter (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Sebastian Reitelshöfer et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Programmiererfahrung in C++

---

**Inhalt:**

- Roboterkinematik (kinematischer Aufbau von Standard-Robotertypen, Koordinatentransformation)
- Bewegungssteuerung und -planung
- Grundlagen des zweibeinigen Laufens
- Rechnersehen mit OpenCV
- Selbstlokalisierung
- Programmierung verteilter Robotersysteme
- Einführung in das Framework Robot Operating System (ROS)
- Verwendung von ROS zur C++- Programmierung des humanoiden Roboters NAO
- Lösung einer Teamaufgabe im Rahmen der Veranstaltung

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach dem Besuch der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, eigenständig auch fortgeschrittene Aufgabenstellungen in der Robotik am Beispiel des humanoiden Roboters NAO beziehungsweise an anderen Roboterkinematiken umzusetzen.

Den Studierenden werden folgende Kompetenzen vermittelt:

- Grundlegendes Verständnis der Robotik in Bezug auf humanoide Systeme
- Fähigkeiten zur Analyse von Roboterkinematiken (kinematischer Aufbau von Standard-Robotertypen, Koordinatentransformationen, direkte und inverse Transformation)
- Praktische Programmierung von Robotern und Anwendung von Methoden der Softwareentwicklung durch Verwendung des Robot Operating Systems (ROS)
- Verständnis der Bewegungssteuerung und -planung von Robotern
- Verständnis der Selbstlokalisierung mobiler Roboter
- Analyse von Bilddaten mittels Bildverarbeitung in OpenCV

Die Studenten erwerben und trainieren im Rahmen der Teamaufgabe zusätzlich folgende Fähigkeiten:

- Problemlösungsfähigkeit und analytisches Denken
- Projektmanagement und Teamarbeit
- Kommunikationsfähigkeit

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Einführung in die Programmierung humanoider Roboter (Prüfungsnummer: 71241)

(englische Bezeichnung: Basic principles of programming humanoid robots)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Jörg Franke

---

---

**Modulbezeichnung:** Rechnergestützte Messtechnik (RMT) 5 ECTS  
 (Computer-Aided Metrology)

Modulverantwortliche/r: Tino Hausotte

Lehrende: Tino Hausotte, Janik Schaudé, Felix Binder

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Rechnergestützte Messtechnik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte)

Rechnergestützte Messtechnik - Übung (SS 2020, Übung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

---

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Grundlagen der Messtechnik

---

**Inhalt:**

- **Grundlagen:** Grundbegriffe (Größe, Größenwert, Messgröße, Maßeinheit, Messprinzip, Messung, Messkette, Messsignal, Informationsparameter, analoges und digitales Signal) - Prinzip eines Messgerätes, direkte und indirekte Messmethode, Kennlinie und Kennlinienarten, analoge und digitale Messmethoden, kontinuierliche und diskontinuierliche Messung, Zeit- und Wertdiskretisierung, Auflösung, Empfindlichkeit, Messbereich - Signal, Messsignal, Klassifizierung von Signalen (Informationsparameter) - Signalbeschreibung, Fourierreihen und Fouriertransformation - Fourieranalyse - DFT und FFT (praktische Realisierung) - Aliasing und Shannon's-Abtasttheorem - Übertragungsverhalten (Antwortfunktionen, Frequenzgang, Übertragungsfunktion) - Laplace-Transformation, Digitalisierungskette, Z-Transformation und Wavelet-Transformation
- **Verarbeitung und Übertragung analoger Signale:** Messverstärker, Operationsverstärker (idealer und realer, Rückkopplung) - Kenngrößen von Operationsverstärkern - Frequenzabhängige Verstärkung von Operationsverstärkern - Operationsverstärkertypen - Rückkopplung und Grundschaltungen (Komparator, Invertierender Verstärker, Nichtinvertierender Verstärker, Impedanzwandler, Strom-Spannungs-Wandler, Differenzverstärker, Integrierer, Differenzierer, invertierender Addierer, Subtrahierer, Logarithmierer, e-Funktionsgeneratoren, Instrumentenverstärker) - OPV mit differentiellen Ausgang - analoge Filter (Tiefpassfilter, Hochpassfilter, Bandpassfilter, Bandsperrefilter, Bodeplot, Phasenschiebung, aktive analoge Filter) - Messsignalübertragung (Einheitssignale, Anschlussvarianten) - Spannungs-Frequenz-Wandler - Galvanische Trennung und optische Übertragung - Modulatoren und Demulatoren - Multiplexer und Demultiplexer - Abtast-Halte-Glied
- **A/D- und D/A-Umsetzer:** Digitale und analoge Signale - Digitalisierungskette - A/D-Umsetzer (Nachlauf ADU, Wägeverfahren, Rampen-A/D-Umsetzer, Dual Slope-Verfahren, Charge-Balancing-A/D-Umsetzverfahren, Parallel-A/D-Umsetzer, Kaskaden-A/D-Umsetzverfahren, Pipeline-A/D-Umsetzer, Delta-Sigma-A/D-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer, Einsatzbereiche, Kennwerte, Abweichungen, Signal-Rausch-Verhältnis) - Digital-Analog-Umsetzungskette - D/A-Umsetzer (Direkt bzw. Parallelumsetzer, Wägemsetzer, Zählverfahren, Pulsweitenmodulation, Delta-Sigma-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer)
- **Verarbeitung digitaler Signale:** digitale Codes - Schaltnetze (Kombinatorische Schaltungslogik) - Schaltalgebra und logische Grundverknüpfungen - Schaltwerke (Sequentielle Schaltnetze) - Speicherglieder (Flip-Flops, Sequentielle Grundschaltungen), Halbleiterspeicher (statische und dynamische, FIFO) - Anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASICs) - Programmierbare logische Schaltung (PLDs, Programmierbarkeit, Vorteile, Anwendungen, Programmierung) - Rechnerarten
- **Bussysteme:** Bussysteme (Master, Slave, Arbiter, Routing, Repeater) - Arbitrierung - Topologien (physikalische und logische Topologie, Kennwerte, Punkt-zu-Punkt-Topologie, vermaschtes Netz, Stern-Topologie, Ring-Topologie, Bus-Topologie, Baum-Topologie, Zell-Topologie) - Übertragungsmedien (Mehrdrahtleitung, Koaxialkabel, Lichtwellenleiter) - ISO-OSI-Referenzmodell - Physikalische Schnittstellenstandards (RS-232C, RS-422, RS-485) - Feldebussysteme, GPIB (IEC-625-Bus), Messgerätebusse

- **USB Universal Serial Bus:** Struktur des Busses - Verbindung der Geräte, Transceiver, Geschwindigkeitserkennung, Signalkodierung - Übertragungsarten (Control-Transfer, Bulk-Transfer, Isochrone-Transfer, Interrupt-Transfer, Datenübertragung mit Paketen) - Frames und Mikroframes, Geschwindigkeiten, Geschwindigkeitsumsetzung mit Hub - Deskriptoren und Software - Layer Entwicklungstools - Compliance Test - USB 3.0
- **Digitale Filter:** Analoge Filter - Eigenschaften und Charakterisierung von digitalen Filtern - Digitale Filter (Implementierung, Topologien, IIR-Filter und FIR-Filter) und Formen - Messwert-Dezimirer, digitaler Mittelwertfilter, Gaußfilter - Fensterfunktionen, Gibbs-Phänomen - Realisierung mit MATLAB - Vor- und Nachteile digitaler Filter
- **Messdatenauswertung:** Absolute, relative, zufällige und systematische Messabweichungen, Umgang mit Messabweichungen, Kalibrierung - Korrelationsanalyse - Kennlinienabweichungen und Methoden zu deren Ermittlung - Regressionsanalyse - Kennlinienkorrektur - Approximation, Interpolation, Extrapolation - Arten der Kennlinienkorrektur - Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit, Fehlerfortpflanzungsgesetz (altes Konzept), Messunsicherheit und deren Bestimmung - Vorgehensweise zur Ermittlung der Unsicherheit, Monte-Carlo-Methode
- **Schaltungs- und Leiterplattenentwurf:** Leiterplatten - Leiterplattenmaterial - Leiterplattenarten - Durchkontaktierungen - Leiterplattenentwurf und -entflechtung - Software - Leiterplattenherstellung

## Contents

- **Basics:** Terms (quantity, quantity value, measurand, measurement unit, principle of measurement, measurement, measuring chain, measurement signal, information parameter, analogue and digital signal) - Principle of a measuring instrument, direct and indirect measurement, characteristic curves and characteristic curve types, analogue and digital measuring methods, continuous and discontinuous measurement, time and value discretisation, resolution, sensitivity, measuring interval (range) - Signal, measurement signal, classification of signals (information parameter) - Signal description, Fourier series and Fourier transformation - Fourier analysis - DFT and FFT (practical realization) - Aliasing and Shannon's sampling theorem - Transfer behaviour (response functions, frequency response, transfer function) - Laplace transform, digitisation chain, Z-transform and wavelet transform
- **Processing and transmission of analogue signals:** Measuring amplifiers, operational amplifiers (ideal and real, feedback) - Characteristics of operational amplifiers - Frequency-dependent gain of operational amplifiers - Operational amplifier types - Feedback and basic circuits (comparator, inverting amplifier, non-inverting amplifier, impedance converter, current-voltage converter, differential amplifier, integrator, differentiator, inverting adder, subtractor, logarithmic, exponential function generators, instrumentation amplifier) - OPV with differential output - Analogue filter (low pass filter, high pass filter, band pass filter, band elimination filter, Bodeplot, phase shifting, active analogue filters) - Measurement signal transmission (standard signals, connection variants) - Voltage-frequency converters - Galvanic isolation and optical transmission - modulators and demodulators - multiplexers and demultiplexers - sample-and-hold amplifier
- **A/D and D/A converter:** Digital and analogue signals - Digitisation chain - A/D converter (follow-up ADC, weighing method, ramp A/D converter, dual slope method, charge-balancing ADC, parallel ADC, cascade ADC, pipeline A/D converter, the delta-sigma A/D converter / 1-bit to N-bit converter, application, characteristics, deviations, signal-to-noise ratio) - Digital-to-analogue conversion chain - D/A converter (direct or parallel converters, weighing method, counting method, pulse width modulation, delta-sigma converter / 1-bit to N-bit converter)
- **Digital signal processing:** Digital codes - Switching networks (combinatorial circuit logic) - Boolean algebra and basic logic operations - Sequential circuit (sequential switching networks) - Storage elements (flip-flops, sequential basic circuits), semiconductor memory (static and dynamic, FIFO) - Application Specific Integrated Circuits (ASICs) - The programmable logic device (PLD, programmability, benefits, applications, programming) - computer types
- **Data bus systems:** Bus systems (master, slave, arbiter, routing, repeater) - Arbitration - Topologies (physical and logical topology, characteristics, point-to-point topology, mesh network, star topology, ring topology, bus topology, tree topology, cell topology) - Transmission media (multi-wire cable, coaxial cable, fibre optic cable) - ISO OSI reference model - Physical interface standards (RS-232C, RS-422, RS-485) - Fieldbus systems, GPIB (IEC-625 bus) , Measuring device buses

- **USB Universal Serial Bus:** Bus structure - Connection of the devices, transceiver, speed detection, signal coding - Transfer types (control transfer, bulk transfer, isochronous transfer, interrupt transfer, data transfer with packages) - Frames and micro-frames, speeds, speed conversion with hubs - Descriptors and software - Layer development tools - Compliance test - USB 3.0
- **Digital filters:** Analogue filter - Properties and characterization of digital filters - Digital Filter (implementation, topologies, IIR filters and FIR filters) and forms - Measurement value decimator, digital averaging filter, Gaussian filter - Window functions, Gibbs phenomenon - Realisation with MATLAB - Advantages and disadvantages of digital filters
- **Data analysis:** Absolute, relative, random and systematic errors, handling of measurement errors, calibration - Correlation analysis - Characteristic curve deviations and methods for their determination - Regression analysis - Characteristic curve correction - Approximation, interpolation, extrapolation - Kinds of characteristic curve correction - Measurement precision, measurement accuracy, measurement trueness, error propagation law (old concept), uncertainty and their estimation - Procedure for determining the uncertainty, Monte Carlo method
- **Circuit and PCB design:** Printed circuit boards (PCB) - PCB material - PCB types - Vias - PCB design and deconcentration - Software - PCB production

### Lernziele und Kompetenzen:

#### *Fachkompetenz*

##### *Wissen*

- Die Studierenden können einen Überblick zur rechnergestützten Messtechnik sowie deren Einsatzgebiete wiedergeben.
- Die Studierenden können Wissen zur rechnergestützten Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und -visualisierung als Grundlage für zielorientierte, effiziente Entwicklung und für kontinuierliche Produkt- und Prozessverbesserung abrufen

##### *Verstehen*

- Die Studierenden können Konzepte zur Sensorintegration und Datenfusion beschreiben

##### *Evaluiere (Beurteilen)*

- Die Studierenden können rechnergestützte Werkzeuge für die Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und -visualisierung auswählen und bewerten.

### Literatur:

- International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, <http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html>
- DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012
- Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 - ISBN 978-3-446-42736-5
- Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik. 6. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012 - ISBN 978-3-642-22608-3
- Richter, Werner: Elektrische Meßtechnik. 3. Auflage, Verlag Technik Berlin, 1994 - ISBN 3-341-01106-4
- H. Czichos (Hrsg.): Das Ingenieurwissen Gebundene. 7. Auflage, Springer Verlag, 2012, ISBN 978-3-642-22849-0.
- Best, Roland: Digitale Meßwertverarbeitung. Oldenbourg München, 1991 - ISBN 3-486-21573-6.
- E DIN IEC 60050-351:2013-07 International Electrotechnical Vocabulary - Part 351: Control technology / Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 351: Leittechnik.
- DIN 44300:1982-03 Informationsverarbeitung; Begriffe.
- DIN 44300-1:1995-03 Informationsverarbeitung - Begriffe - Teil 1: Allgemeine Begriffe.
- DIN 40900-12:1992-09 Graphische Symbole für Schaltungsunterlagen; Binäre Elemente.

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Rechnergestützte Messtechnik (Prüfungsnummer: 69301)

(englische Bezeichnung: Computer-Aided Metrology)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

**Prüfungstermine, eine allgemeine Regel der Prüfungstagvergabe und Termine der Klausureinsicht** finden Sie auf StudOn: Prüfungstermine und Termine der Klausureinsicht

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Tino Hausotte

---

---

**Modulbezeichnung:** Tribologie und Oberflächentechnik (TO) 5 ECTS  
 (Tribology and Surface Technology)

Modulverantwortliche/r: Stephan Tremmel

Lehrende: Tim Hosenfeldt, Stephan Tremmel

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 50 Std.

Eigenstudium: 100 Std.

Sprache: Deutsch

---

### Lehrveranstaltungen:

Im Praktikum besteht zum Teil Anwesenheitspflicht.

Tribologie und Oberflächentechnik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Tim Hosenfeldt et al.)

Tribologie und Oberflächentechnik Praktikum (SS 2020, Praktikum, 2 SWS, Stephan Tremmel et al.)

---

### Inhalt:

- Einführung und Übersicht
- Grundlagen der Tribologie (Tribotechnische Systeme, Technische Oberflächen, Tribologischer Kontakt, Reibung, Verschleiß)
- Werkstoffe
- Schmierung und Schmierstoffe
- Oberflächenbehandlungsverfahren
- Dünnschichttechnologie
- Methoden und Werkzeuge für die Oberflächen- und Schichtcharakterisierung
- Gestaltungsrichtlinien
- Modellbildung und Simulation
- Anwendungsbeispiele

### Lernziele und Kompetenzen:

#### *Fachkompetenz*

#### *Wissen*

Im Rahmen von TO werden praxisorientiert den Studierenden grundlegende Kenntnisse über die Themenfelder Tribologie und Oberflächentechnik vermittelt. Wesentlicher Lehrinhalt der Vorlesung ist zudem die Theorie und Einsatz der Methoden und Prüfeinrichtungen für eine anwendungsbezogene Schichtenentwicklung im Rahmen eines Praktikums. Auf dem Teilgebiet Tribologie wird im einzelnen Wissen bezüglich der folgenden Themenbereiche vermittelt:

- Wissen über die Tribologie im Allgemeinen: Definition und Aufgaben, technisch-wirtschaftliche Bedeutung, Tribologie im Kontext von Konstruktion und Entwicklung, Struktur und Funktion tribotechnischer Systeme
- Wissen über technische Oberflächen: Physikalisch-chemischer Aufbau, Mikrogeometrie
- Wissen über tribologische Kontaktvorgänge: atomare und molekulare Wechselwirkungen, Kontaktmechanik und Werkstoffanstrengung, Kinematik, thermische Vorgänge
- Wissen zur Reibung: Reibungsmessgrößen, Reibungsmechanismen, Reibungsarten, Maßnahmen zur Beeinflussung der Reibung in tribologischen Systemen
- Wissen zum Verschleiß: Verschleißmessgrößen, Verschleißmechanismen, Verschleißarten, Zusammenhang zwischen Verschleiß, Lebensdauer und Zuverlässigkeit, Maßnahmen zur Verschleißreduzierungen in tribologischen Systemen
- Wissen zur Schmierung: Hydrodynamische Schmierung, Elastohydrodynamische Schmierung, Schmierung im Bereich der Misch- und Grenzreibung, Schmierstoffe (u.a. Schmieröle, Schmierfette, Festschmierstoffe) und Wirkungsweisen von Additiven
- Wissen über tribotechnische Werkstoffe: Charakteristika und tribologische Eigenschaften von Metallen, Ingenieurkeramiken und Polymeren, Anwendungsbeispiele

Im Bereich der Oberflächentechnik sollen den Studierenden die Grundlagen über die verschiedenen Verfahren zur Erzeugung und Prüfung von Oberflächen vermittelt werden. In Bezug auf die Entwicklung und Erzielung maßgeschneiderter Oberflächen für die Vielzahl an Anwendungen (z.B. Motorenelemente, Wälzlager, Werkzeuge für die spanende und spanlose Fertigung) werden

die heute in Wissenschaft und Industrie eingesetzten Beschichtungstechnologien und Charakterisierungsmethoden gelehrt. Die zugehörigen Themenbereiche im Einzelnen lauten wie folgt:

- Wissen über die Grundlagen zur Oberflächentechnik: Definition und Ziele, Einordnung der Fertigungsverfahren nach DIN 8580,
- Wissen zur mechanischen Oberflächenbehandlung: Funktion, Verfahren, Anwendungen
- Wissen über chemisch nicht schichtbildende Oberflächenbehandlung: Reinigen und Ent-fetten von Oberflächen, Verfahrensvarianten und Anlagentechnik
- Wissen über Prinzip und Einsatz von Oberflächenbehandlungsverfahren: Thermische Randschichtänderungen (z.B. Induktionshärten), thermo-chemisch Randschichtänderungen (z.B. Eigenschaften von Diffusionsschichten), nichtmetallisch-anorganische Oberflächenschichten (z.B. Emaillieren, Spritzverfahren), organische Schichten (z.B. Lackieren), Metallschichten (z.B. elektrochemisch)
- Wissen über die Herstellung von Dünnschichten: Prinzip, Verfahrensabläufe und Anlagentechnik zu elektrochemischen Verfahren, chemischen Gasphasenabscheidung (CVD), physikalischen Gasphasenabscheidung (PVD) und plasmaunterstützten Gasphasenabscheidung (PACVD)
- Wissen über die Einordnung und Anwendung tribologischer Dünnschichtsysteme: Schichtdesign und chemische Zusammensetzung, Schichtwachstum, Klassifikation tribologischer Dünnschichten, Nomenklatur und Einordnung von Kohlenstoffschichten nach VDI 2840, tribologisches Verhalten
- Wissen zur Schichtcharakterisierung: Tribometrie (u.a. Kategorien tribologischer Prüftechnik nach DIN 50322, Prüfprinzipien), Mechanisch-strukturelle Schichtcharakterisierung (z.B. Klotenschleifverfahren nach EN 1071-2:2002, Ritztest nach DIN EN 1071-3:2005, Mikrohärtmessung nach DIN EN ISO 14577-1:2003), chemisch-strukturelle Schichtcharakterisierung (u.a. Kontaktwinkelmessung, Fokussierter Ionenstrahl, Raster-elektronenmikroskopie, Energiedispersive Röntgenspektroskopie)

#### *Verstehen*

Die Lehrveranstaltung TO fördert das grundlegende Verständnis der Studierenden über tribotechnische Systeme und zwar von ihrer wirtschaftlichen und technischen Bedeutung bis hin zum Verständnis der vorliegenden komplexen Wechselwirkungen zwischen den Strukturelementen unter tribologischer Beanspruchung. In diesem Zusammenhang steht die Oberflächentechnik zur Erzielung reibungs- und verschleißoptimierter technischer Systeme das Kernthema dar. Weiterhin steht besonders das Verständnis der folgenden Inhalte im Fokus:

- Verständnis über die Eigenschaften von tribologischen Systemen, deren Funktion, Struktur und Unterteilung sowie den Zusammenhang zwischen Reibung, Verschleiß und Schmierung mit der Systemstruktur und dem Lastkollektiv.
- Verständnis der Reibungs- und Verschleißprozesse in tribologischen Kontakten, neben der Oberflächenstruktur werden die Zusammenhänge mit atomaren, mechanischen, tribochemischen und energetischen Vorgängen nachvollzogen, Verständnis über die Zusammenhänge zwischen den Erscheinungsformen und den tribometrischen Kenngrößen mit den zugrunde liegenden Tribomechanismen, Verständnis über den Einfluss des Zwischenmediums und der tribologischen Beanspruchung.
- Verständnis über Eigenschaften und Eignung von Werkstoffen (z.B. Stahl, Keramik, Polymere) für tribologische Anwendungen.
- Verständnis über die verschiedenen Oberflächenverfahren, deren Charakteristika, Prozessabläufe und Einsatzmöglichkeiten für die Erzielung tribologisch günstiger Oberflächen.
- Verständnis über die Charakterisierung von tribologisch wirksamen Oberflächen und deren Beziehung zu Prozessen in den untersuchten tribologischen Kontakten.

#### *Anwenden*

Die Studierenden werden im Rahmen eines Praktikums befähigt, Gelerntes anzuwenden. Dabei wird auf Basis einer Aufgabenstellung aus der Industrie ein ausgewähltes tribologisches System von Studenten im Rahmen eines Planspiels analysiert und hierfür ein geeignetes Schichtsystem entwickelt, mittels PVD/PACVD Beschichtungstechnologie abgeschieden, charakterisiert und mechanisch-tribologisch erprobt. Dies beinhaltet im Einzelnen:

- Ausarbeiten eines Schichtlastenhefts auf Basis einer detaillierten Systemanalyse, Analyse der Systemstruktur und des Beanspruchungskollektivs, Definieren der Randbedingungen und Ermittlung der Einsparpotentiale durch Reduzierung von Reibung und Verschleiß im tribotechnischen System.
- Schichtdefinition, eigenständige Entwicklung eines gebrauchsfähigen Schichtsystems für den betrachteten Anwendungsfall auf Grundlage der Lehrinhalte, Festlegung der Schichtart und des Schichtaufbaus (Deckschicht, eventuell Zwischenschichten und Haftsichten) aus einem vorgegebenen Schichtkatalog, Festlegung der Prozessparameter für den Beschichtungsprozess innerhalb vorgegebener Grenzen, Festlegung etwaiger Anforderungen an die vorgelagerten Schritte des Beschichtungsprozesses.
- Durchführung eines Beschichtungsprozesses mit realen Bauteilen, mechanische Vorbehandlung (Schleifen, Polieren), Reinigen im Ultraschallbad, Chargieren in der Beschichtungskammer, Erstellen des Schichtrezepts an der Beschichtungsanlage.
- Durchführen mechanisch-tribologischer Schichtcharakterisierungen, technologische Kenngrößen (Schichtdicke mittels Kalottenschliffverfahren, Oberflächenrauheit mittels Tastschnittverfahren), mechanische Kenngrößen (Härte und Eindringmodul mittels instrumentierter Eindringprüfung, Haftfestigkeit qualitativ mittels Rockwell-Eindringversuch und quantitativ mittels Ritztest), tribologische Kenngrößen (Reibungsuntersuchungen mittels Modellversuchen an einem Stift-Scheibe-Rotationstribometer, nachgelagerte Verschleißauswertung am beschichteten Grundkörper mittels Tastschnittverfahrens und am Gegenkörper mittels Lichtmikroskop).
- Analyse und Auswertung der Ergebnisse (in berichtsform), Vorstellung und Interpretation der Ergebnisse (in präsentationsform) vor einem Expertenkreis aus Forschung und Industrie.

#### *Analysieren*

- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Produktionstechnik zu erwerbenden Kompetenzen über die Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580.
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Werkstofftechnik zu erwerbenden Kompetenzen über Materialkunde.
- Aufzeigen von Querverweisen des Praktikums zu den in der Lehrveranstaltung Konstruktive Projektarbeit zu erwerbenden Kompetenzen über das systematische Entwickeln und konstruktive Ausgestaltung eines Produktes und deren Vorstellung vor dem Auftraggeber.

#### *Evaluiere (Beurteilen)*

Anhand der erlernten Grundlagen aus der anwendungsorientierten Schichtentwicklung vor dem Hintergrund tribologischer und/oder korrosiver Vorgänge sowie deren Berücksichtigung bei der Gestaltung technischer Oberflächen durch die Oberflächenbeschaffenheit, Zusammensetzung und Eigenschaften werden die Studierenden befähigt, anwendungsfähige Schichtsysteme auszuwählen und deren Anwendbarkeit einzuschätzen. Zudem sind sie in der Lage die entwickelten Lösungen mit geeigneten Prüfmethoden zu charakterisieren und die Ergebnisse zu analysieren und zielgerecht zu interpretieren.

#### *Erschaffen*

Die Studierenden werden durch die erlernten Grundlagen befähigt, konkrete Verbesserungsvorschläge zu bestehenden technischen Systemen hinsichtlich verbesserten tribologischen Verhaltens eigenständig zu erarbeiten. Zudem sind sie in der Lage (beschichtete) tribologische Systeme so zu gestalten, dass diese verschiedenste technische (Reibungsoptimierung, Verschleißschutz) und nicht-technische Anforderungen (fertigungsbezogene Anforderungen, Kostenanforderungen, Umweltauflagen, Nutzeranforderungen, etc.) bedienen. Darüber hinaus werden die Studierenden durch das Praktikum in die Lage versetzt, eigenständig erarbeitete Lösungsvorschläge für neuartige tribologisch wirksame Schichtsysteme an realen Bauteilen selbst zu verwirklichen und die Optimierung tribotechnischer Systeme eigenständig zu erproben.

#### **Literatur:**

- Czichos, Habig: Tribologie-Handbuch. Reibung und Verschleiß, Vieweg.
- Müller: Praktische Oberflächentechnik, Vieweg.
- Kienel: Vakuumbeschichtung, Springer.
- Boxmann, Martin, Sanders: Handbook of Vacuum Arc Science and Technology, Noyes.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Tribologie und Oberflächentechnik (Vorlesung mit Praktikum) (Prüfungsnummer: 71161)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Modulleistung besteht aus der Klausur und der Teilnahme an dem Praktikum (Anwesenheitspflicht im Praktikum!) Die Note ergibt sich zu 100% aus der Klausur.

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Stephan Tremmel

---

---

**Modulbezeichnung: Umformtechnik Vertiefung (UV)**  
 (Advanced Metal Forming)

**5 ECTS**

Modulverantwortliche/r: Marion Merklein

Lehrende: Marion Merklein, Michael Lechner

Startsemester: SS 2020

Dauer: 2 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Marion Merklein et al.)  
 Umformverfahren und Prozesstechnologien (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Michael Lechner et al.)

**Inhalt:**
**Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik**

Im Rahmen der Vorlesung werden aufbauend auf die in dem Modul „Umformtechnik“ behandelten Prozesse - begrenzt auf die sog. zweite Fertigungsstufe, d.h. Stückgutfertigung - die dafür erforderlichen Umformmaschinen und Werkzeuge vertieft. Im Bereich der Umformmaschinen bilden arbeitsgebundene, kraftgebundene und weggebundene Pressen wie auch die aktuellen Entwicklungen zu Servopressen den Schwerpunkt. In der Thematik der Werkzeuge werden Aspekte wie Werkzeugauslegung, Werkzeugwerkstoffe und Werkzeugherstellung betrachtet, insbesondere auch Fragen der Lebensdauer, Beanspruchung und Beanspruchbarkeit sowie die Möglichkeiten zur Verschleißminderung und Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit. Dabei werden auch hier neben den Grundlagen auch aktuelle Entwicklungen angesprochen, wie z.B. in Bereichen der Armierung, Werkstoff und Beschichtungssysteme.

**Umformverfahren und Prozesstechnologien**

In der Vorlesung werden aufbauend auf die im Modul „Umformtechnik“ behandelten Grundlagen verschiedene Umformverfahren und Prozesstechnologien vertieft. Im Vordergrund stehen Fragestellungen zur Verarbeitung moderner Leichtbaumaterialien, wie hochfeste Stahl-, Aluminium- und Titanwerkstoffe, aber auch Prozesstechnologien wie Tailored Blanks oder Presshärten. Darüber hinaus werden verschiedene Aspekte der numerischen Prozessauslegung sowie aktuelle Trends aus Forschung und Entwicklung, wie beispielsweise Rapid Manufacturing, angesprochen.

**Lernziele und Kompetenzen:**
**Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik**

Wissen

- Die Studierenden erwerben Wissen über die Grundlagen der Umformmaschinen und Umformwerkzeuge

Anwenden

- Die Studierenden können das erworbene Wissen anwenden, um für die Bandbreite umformtechnischer Prozesse (Blech/Massiv, Kalt/Warm) mit den unterschiedlichsten Anforderungen (Bauteilgröße, Geometriekomplexität, Losgröße, Hubzahl, etc.) für den jeweiligen Fall geeignete Maschinen und Werkzeuge auszuwählen.

Evaluieren (Beurteilen)

- Die Studierenden sind in der Lage, die Wirkprinzipien der Maschinen zu beschreiben, zu differenzieren, zu klassifizieren und mit Hilfe von Kenngrößen zu bewerten
- Die Studierenden können die getroffene Auswahl an Werkzeugmaschinen und Werkzeugen entsprechend der vermittelten Kriterien begründen bzw. gegenüber Alternativen bewerten und abgrenzen.
- Die Studierenden sind in der Lage, Werkzeuggestaltung, Werkzeugwerkstoffauswahl entsprechend den unterschiedlichen Prozessen der Blech- und Massivumformung einzuordnen und zu bewerten.

**Umformverfahren und Prozesstechnologien**

Wissen

- Die Studierenden erwerben Wissen über Grundlagen verschiedener Umformverfahren und Prozesstechnologien.

Anwenden

- Die Studierenden sind in der Lage, das erworbene Wissen anzuwenden um unter Berücksichtigung anforderungsspezifischer Randbedingungen ein geeignetes Umformverfahren auszuwählen und entsprechende Prozesstechnologien einzusetzen.

Evaluieren

- Die Studierenden sind in der Lage den Einsatz verschiedener Umformverfahren und Technologien zu begründen und deren Potential zu bewerten.
- Die Studierenden können zudem die jeweiligen Prozesse beschreiben und relevante Kenngrößen einordnen.

---

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Umformtechnik Vertiefung (Prüfungsnummer: 72901)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Marion Merklein

---

---

**Modulbezeichnung:** **Wälzlagertechnik (WLT)** **5 ECTS**  
(Roller Bearing Technology)

Modulverantwortliche/r: Stephan Tremmel  
Lehrende: Oliver Koch, Stephan Tremmel

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Wälzlagertechnik (SS 2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Stephan Tremmel et al.)

---

**Inhalt:**

- Einführung und Motivation
- Grundsätzlicher Aufbau und Komponenten
- Wälzlagerwerkstoffe und Wärmebehandlung
- Wälzkontakt
- Belastung und Lastverteilung
- Tragfähigkeit und Lebensdauer von Wälzlagern
- Kinematik des Wälzlagers
- Reibung in Wälzlagern
- Schmierung von Wälzlagern
- Konstruktive Gestaltung von Wälzlagerungen
- Toleranzen in Wälzlagern, Lagersteifigkeit
- Fertigung, Montage und Handhabung
- Schadenskunde
- Neue Entwicklungen in der Wälzlagertechnik

**Lernziele und Kompetenzen:**

Im Einzelnen werden in der Lehrveranstaltung behandelt: Allgemeine Grundlagen, Wälzlagerwerkstoffe und Wärmebehandlung, Wälzkontakt, Belastung und Lastverteilung im Wälzlager, Tragfähigkeit und Lebensdauer von Wälzlagern, Kinematik des Wälzlagers, Reibung im Wälzlager, Schmierung von Wälzlagern, konstruktive Gestaltung von Wälzlagerungen, Toleranzen und Lagersteifigkeit, Fertigung, Montage und Handhabung, Schadenskunde, neuere Entwicklungen in der Wälzlagertechnik.

*Fachkompetenz*

*Wissen*

Die Studierenden erwerben Wissen über den Aufbau und die Komponenten von Wälzlagerungen.

*Verstehen*

Die Studierenden verstehen die Funktionsweise und den Zweck des Einsatzes von Wälzlagerungen.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Wälzlagertechnik (Prüfungsnummer: 71151)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Note ergibt sich zu 100% aus der Klausur.

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Stephan Tremmel

---

---

**Modulbezeichnung: Elektromaschinenbau (E|MB)** **5 ECTS**  
 (Production of electric motors)

Modulverantwortliche/r: Jörg Franke  
 Lehrende: Alexander Kühl

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Elektromaschinenbau - Grundlagen (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Alexander Kühl)  
 Elektromaschinenbau - Applikation (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Alexander Kühl)

---

**Inhalt:**

Ziel der Vorlesung ist es, den Studierenden zu vermitteln, wie sich die Wertschöpfungskette nach dem Entwurf, der Konzeption und der Konstruktion eines Produkts gestaltet. Anhand der Vorlesungseinheiten werden den Studierenden Einblick in die verschiedenen Eigenschaften der elektrischen Maschinen gewährt. Darüberhinaus werden anhand des Stands der Technik die verschiedenen Prozesse entlang der Wertschöpfungskette, vom Blech über den Magneten und der Wicklung bis hin zur Isolation und der Prüfung des Produkts, vermittelt. Somit wird den Hörern der Vorlesung Elektromaschinenbau das nötige Wissen gelehrt, welches notwendig ist, laufende Produktionsprozesse von Serienprodukten stetig hinsichtlich Ökonomie und Energie- und Ressourceneffizienz zu verbessern sowie die Prozesse für die Umsetzung von Neuentwicklungen in die Serien- und Produktionsreife zu überführen.

- Allgemeine Grundlagen zu elektrischen Maschinen
- Weichmagnetische Werkstoffe
- Hartmagnetische Werkstoffe
- Wickeltechnik
- Isolationstechnologien
- Statorprüfung
- Produktion und Endmontage elektrischer Maschinen
- Produktion elektrischer Maschinen für Traktionsantriebe
- Spezielle Anwendungsfelder des Elektromaschinenbaus
- Recycling elektrischer Maschinen
- Elektronik im Elektromaschinenbau

**Lernziele und Kompetenzen:**

Lernziele:

- Kenntnis von Bauarten, Einsatzfelder, Nutzen, Leistungsfähigkeit und technischen Neuerungen elektrischer Antriebe
- Kenntnis von Aufbau, Einzelkomponenten und Materialien elektrischer Antriebe
- Kenntnis der Einzelprozesse zur Produktion elektrischer Antriebe
- Beherrschung von Methoden und Werkzeugen zur Planung, Inbetriebnahme, Betrieb und Optimierung von Produktionsketten für elektrische Antriebe

**Literatur:**

Tzscheutschler - Technologie des Elektromaschinenbaus  
 Jordan - Technologie kleiner Elektromaschinen

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Elektromaschinenbau (Prüfungsnummer: 49501)

(englische Bezeichnung: Production of electric motors)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Jörg Franke

---

**Organisatorisches:**

Für die Prüfung sind ausschließlich folgende Hilfsmittel zugelassen:

- nicht programmierbarer Taschenrechner
- dokumentenechter Stift
- Textmarker
- Lineal, Geodreieck, Zirkel
- Namensstempel

Darüber hinaus sind keine weiteren Hilfsmittel erlaubt (dies gilt insbesondere für Uhren, Mobiltelefone oder sonstige elektronische Geräte).

---

**Modulbezeichnung: Karosseriebau (KB)** **5 ECTS**  
 (Manufacturing of body)

Modulverantwortliche/r: Marion Merklein, Paul Dick

Lehrende: Paul Dick

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 2 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Karosseriebau - Werkzeugtechnik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Paul Dick et al.)

Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Paul Dick et al.)

---

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Umformtechnik Vertiefung

---

**Inhalt:**
**Karosseriebau - Werkzeugtechnik**

Die Vorlesung stellt die Prozesskette der Blechteilerstellung für den Karosseriebau dar. Nach der ersten Machbarkeitsanalyse der Bauteile durch Umformsimulation und Prototypenbau folgt letztendlich die Serienfertigung. Dabei stehen insbesondere die Werkzeugtechnik im Fokus, sowie der stückzahlgerechte Werkzeugbau in der Prototypenphase und der Aufbau robuster Serienwerkzeuge. Zur Vorlesung gehört darüber hinaus eine Exkursion zum PT- und Serienwerkzeugbau der Mercedes Car Group in Sindelfingen.

**Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz** Die Entwicklung neuer, hochfester Stahlbleche für den Karosseriebau erfordert eine Anpassung der Umformprozesse. Die Vorlesung behandelt die Grundlagen der Warmumformung und stellt deren Prozesskette von der Machbarkeitsanalyse bis hin zum Fertigungsprozess dar. Dabei werden u. a. die Fertigungstechnologien für den Prototypenbau und die Serienproduktion vorgestellt. Als letzten Produktionsschritt werden Möglichkeiten zum Korrosionsschutz für die Karosserie und warmumgeformte Bauteile erläutert. Abschließend wird die Prototypen- und Serienfertigung für das Warmumformen bei einer Exkursion zu einem Serienlieferanten von warmumgeformten Bauteilen live erlebt.

AutoForm Workshop Ab dem Wintersemester 15/16 wird im Rahmen der Vorlesung ein zweitägiger AutoForm Workshop integriert. AutoForm ist ein konventionelles Simulationsprogramm aus dem Bereich der Blechumformung, welches vor allem in der Automobilindustrie sehr häufig eingesetzt wird. Im Rahmen des Workshops wird der grundlegende Umgang mit der Simulationssoftware durch Mitarbeiter der Firma AutoForm vermittelt. Neben theoretischen Schulungsanteilen ist ausreichend Zeit dafür vorgesehen, in Partnerarbeit eigenständig Umformsimulationen (Kalt- und Warmumformung) und Auswertungen durchzuführen. Als Demonstratorbauteil dient ein reales Karosseriebauteil der aktuellen C-Klasse. Der Inhalt des Workshops ist klausurrelevant.

**Lernziele und Kompetenzen:**
*Fachkompetenz*
*Wissen*

- Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozesskette, die von der Idee zur Serienfertigung durchlaufen wird.
- Die Studierenden erwerben Wissen über Warmumformung von Blechen und deren Einsatz in der Industrie.
- Die Studierenden erwerben Wissen über Korrosionsschutz im Automobilbau, dessen Funktion und mittels welcher Prozesse dieser aufgebracht werden kann.

*Anwenden*

- Die Studierenden lernen das Wissen auf spezifische Problemstellungen zu übertragen.

*Evaluiieren (Beurteilen)*

- Die Studierenden sind in der Lage Bauteilanforderungen anhand des Einsatzbereichs zu evaluieren.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Wahlpflichtmodule (Vertiefungsmodule))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Karosseriebau - Werkzeugtechnik (Prüfungsnummer: 86001)

(englische Bezeichnung: Manufacturing of body - Tooling technology)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 50% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Marion Merklein

Karosseriebau - Warumumformung und Korrosionsschutz (Prüfungsnummer: 86002)

(englische Bezeichnung: Manufacturing of body - hot forming and corrosion prevention)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 50% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Marion Merklein

---

---

**Modulbezeichnung:** Fertigungsmesstechnik I (FMT I) 5 ECTS  
 (Manufacturing Metrology)

Modulverantwortliche/r: Tino Hausotte

Lehrende: Tino Hausotte, Andreas Müller, Benjamin Baumgärtner

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Fertigungsmesstechnik I (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte)  
 Fertigungsmesstechnik I - Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Für eine optimale Vorbereitung empfiehlt sich eine Belegung des Moduls "Grundlagen der Messtechnik". Dies ist jedoch keine Teilnahmevoraussetzung für das Modul "Fertigungsmesstechnik I".

---

**Inhalt:**

- **Grundlagen, Begriffe, Größen und Aufgaben der FMT:** Teilgebiete der industriellen Messtechnik - Fertigungsmesstechnik, Grundaufgaben und Ziele - Messen, Prüfen, Überwachen, Lehren - Begriffsdefinition: Messgröße, Messwert, Messunsicherheit, wahrer Wert, vereinbarter Wert, Messergebnis, Prüfung, Messung, Messprinzip, Messmethode, Messverfahren, Nennmaß, Grenzmaß, Grenzabmaß - Grundeinteilung der Mess- und Prüfmittel in der FMT - Messschieber, Messschrauben, Messuhr - Taylorscher Grundsatz, Lehren - Endmaße, Sinustisch oder Sinuslineal, Maßverkörperungen, Winkelmaß
- **Geometrische Produktspezifikation und Verifikation (GPS) - Basis der Messaufgabenbeschreibung und -durchführung:** Geometrischen Produktspezifikation (GPS) - Dualitätsprinzip und Operationen - Begriffsdefinition von Geometrieelementen (Nenn-, wirkliches, erfasstes und zugeordnetes Geometrieelement) - Standardgeometrieelemente - Gestaltparameter an Werkstücken (Grobgestalt, Feingestalt, Maß, Abstand, Lage, Form, Welligkeit, Rauheit) - Systematik der Gestaltabweichungsarten (Maß-, Form-, Lageabweichungen und Abweichung der Oberflächenbeschaffenheit) - Toleranzbegriff - Form- und Lagetoleranzen - Systematik der Tolerierung von Unabhängigkeitsprinzip Werkstücken (Unabhängigkeitsprinzip, Hüllprinzip)
- **Grundlagen der Längenmesstechnik (Maßstäbe und Interferometer):** Messprinzipien zur Längenmessung - Abbe Komparator, Maßstäbe mit Skalen - Eppensteinprinzip - Linearencoder, Gitterabtastung, Richtungserkennung, Ausgangssignale, Demodulation, Differenzsignalerfassung, Referenzmarken, Abtastung (abbildend, interferometrisch, Durchlicht, Auflicht) - Demodulationsabweichungen: Quantisierungs-, Amplituden-, Offset- und Phasenabweichungen, Heydemannkorrektur - absolut codierte Maßstäbe: V- und U-Abtastung und Gray Code - Transversale elektromagnetische Welle, Überlagerung von Wellen, konstruktive und destruktive Interferenz Polarisation des Lichtes, Voraussetzungen für die Interferenz, Interferenz von Lichtwellen - Interferenz (Homodynprinzip und Heterodynprinzip), Interferenz am Michelson-Interferometern, Einteilung von Interferometern, Luftbrechzahl, Demodulation am Homodyninterferometer, Demodulation am Heterodyninterferometer - Einteilung von Interferometern, Luftbrechzahl, zeitliche und räumliche Kohärenz - Laser, He-Ne-Laser - Aufbau von Interferometern, Anwendung der Interferometer
- **Koordinatenmesstechnik:** Prinzip, Koordinatensysteme, Grundanordnung, Bauarten - Tastsysteme (Erzeugung der Antastkraft, Messung der Auslenkung, Integration mehrerer Achsen, Kinematik, weitere Achse, Umwelt, Arten von Tastsystemen, Taststiftbiegung, Taster) - Einzelpunktantastung, Scanning - Beschreiben und Festlegen der Messaufgabe - Feststellen Einflüsse auf das Messergebnis - Vorbereitung der Messung - Auswahl und Einmessen des Tasters - Festlegen der Messstrategie - Auswertung der Messergebnisse (Ausgleichsverfahren) - Spezifikation, Parameter und Prüfung
- **Formprüftechnik:** Prinzip, Charakteristika, Messaufgaben, Bauarten (Drehtisch-, Drehspindelgeräte) - Abweichungen der Drehführung von der idealen Achse und deren Bestimmung - Kalibrierung von Formmessgeräten - Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren
- **Oberflächenmesstechnik:** Oberflächenmessprinzipien - Tastschnittgeräte, optische Oberflächen-

messgeräte, Fokusvariation, Konfokales Mikroskop, Laser-Autofokusverfahren, Interferenzmikroskope, Weißlichtinterferometer - Oberflächenparameter Normenreihe DIN EN ISO (Profil, Flächen) - Profilauswertung entsprechend DIN EN ISO 3274 und DIN EN ISO 4287 - Profilkenngrößen (Rauheits-, Welligkeit- und Struktur-Kenngrößen): Filterung, Senkrecht-, Waagrechtkenngößen, gemischte Kenngrößen - Kenngrößen aus Materialanteil-Kurve (ISO 13565-2 und ISO 13565-3) - Flächenparameter (Höhenparameter, räumliche Parameter, flächenhafte Materialanteilkurve, topographischen Elemente) - Streulichtmessung, Streulichtparameter

#### Content:

- **Basics, Terms, Dimensions and Tasks of the Manufacturing Metrology:** Parts of the industrial measurement technology - Manufacturing Metrology, Tasks and Aims - Measure, Inspect, Control, Gauge - Terms: Measurand, measurement value, measurement uncertainty, true value, measurement result, inspection, measurement, measurement principle, measurement method, basic size, limiting size, limiting dimension - Classification of measurement and inspection equipment - Caliper, micrometer screw, indicator - Basic principle of Taylor, gauge - Gauge block, sinus table, sinus ruler, material measure, angle gauge block
- **Geometrical product specification and verification (GPS) - Basis of the measurement task description and execution:** Geometrical product specification and verification (GPS) - Duality principle and operations - Definition of terms of geometry elements - Standard geometry elements - Shape parameter on workpieces - System of shape deviations - Terms of tolerance - Form tolerance and position tolerance - System of toleration with the principle of independence
- **Basics of dimension measurement (scale and interferometry):** Principle of dimension measurement - Abbe comparator, scales - Principle of Eppenstein - Linear encoder, lattice sampling, direction detection, output signals, demodulation, detection of signal difference, reference marks, sampling - Demodulation deviation: Deviation of quantification, amplitude, offset and phases, Heydemann correction - Absolute coded scales; V- and U-sampling, gray code - Transversal electromagnetic weave, overlap of weaves, constructive and destructive interferences, polarization of light, requirements for interference, interference of light waves - Interference (homodyne principle, heterodyne principle), interference with the Michelson interferometer, classification of interferometer, index of refraction, demodulation on the homodyne and heterodyne interferometer - Classification of interferometer, index of refraction, temporal and spatial coherence - Laser, He-Ne-laser - Setup of interferometer, field of application of interferometer
- **Coordinate measuring technology:** Principle, coordinate system, setup, designs - Caliper systems - Single point measurement, scanning - Description of measurement tasks - Definition of influences on the measurement result - Preparation of the measurement - Right choice of caliper, calibration of caliper - Definition of a measurement strategy - Evaluation of the measurement results - Specifications, parameters and inspection
- **Form inspection technique:** Principle, characteristics, measurement tasks, designs - Deviation of the swivel guide from an ideal axis - Calibration of form measurement systems
- **Surface measurements:** Principles of surface measurements - Profilometer, optical surface measurement systems, focus variation, confocal microscope, laser-auto focus variation, interference microscope, white light interferometer - Surface parameters in DIN EN ISO - Profile analysis according to DIN EN ISO 3274 and DIN EN ISO 4287 - Profile parameters - Parameters of the material-curve (ISO 13565-2 and ISO 13565-3) - Area parameters - Scattered light measurement, scattered light parameters

#### Lernziele und Kompetenzen:

- Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik erfassen.
- Beurteilen und strukturelle Analyse von Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik. Transfer des Erlernten auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben.
- Verständnis um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen Größen an Werkstücken.
- Eigenständige Auswahl geeigneter Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik.
- Beschreiben von Messaufgaben, Durchführen, Auswerten von Messungen.
- Selbstständiges Erkennen von Schwachstellen in der Planung und Durchführung.

- Bewerten von Messergebnissen aus dem Bereich der Fertigungsmesstechnik.
- Angemessene Kommunikation und Interpretation von Messergebnissen und der zugrunde liegenden Verfahren.

#### Literatur:

- Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 - ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3
- DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010
- Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 - ISBN 3-486-24219-9
- Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 - ISBN 978-3-8348-0692-5
- Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 - ISBN 3-540-11784-9
- Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 - ISBN 978-3-937889-51-2
- Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 - ISBN 3-478-93212-2
- Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmessstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 - ISBN 3-478-93264-5
- Joza, Jan: Messen großer Längen. VEB Verlag Technik Berlin, 1969
- Henzold, Georg: Form und Lage. 3. Auflage, Beuth Verlag GmbH Berlin, 2011 - ISBN 978-3-410-21196-9
- Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012

#### Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik

- Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präzision überall
- Multisensor-Koordinatenmesstechnik
- E-Learning Kurs AUKOM Stufe 1

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Fertigungsmesstechnik I (Prüfungsnummer: 72471)

(englische Bezeichnung: Manufacturing Metrology)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

**Prüfungstermine**, eine **allgemeine Regel der Prüfungstagvergabe** und **Termine der Klausureinsicht** finden Sie auf StudOn: Prüfungstermine und Termine der Klausureinsicht

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Tino Hausotte

---

**Organisatorisches:**

- Unterlagen zur Lehrveranstaltung werden auf der Lernplattform StudOn ([www.studon.uni-erlangen.de](http://www.studon.uni-erlangen.de)) bereitgestellt. Das Passwort wird in der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

**Modulbezeichnung: Kunststoff-Eigenschaften und -Verarbeitung (KEV)** **5 ECTS**  
(The Properties and Processing of Polymers)

Modulverantwortliche/r: Dietmar Drummer  
Lehrende: Dietmar Drummer

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 2 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Kunststoffe und ihre Eigenschaften (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Dietmar Drummer)  
Kunststoffverarbeitung (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Dietmar Drummer)

**Inhalt:**

***Inhalt: Kunststoffe und ihre Eigenschaften***

Die Pflichtvorlesung Kunststoffe und ihre Eigenschaften stellt aufbauend auf die Vorlesung Werkstoffkunde die verschiedenen Kunststoffe und ihre spezifischen Eigenschaften vor. Beginnend werden Grundlagen zur Polymerchemie und -physik erläutert. Teile dieses Inhalts sind unter anderen die verschiedenen Polymersynthese-Reaktionen, molekulare Bindungskräfte, Strukturmerkmale und thermische Umwandlungen von Kunststoffen. Anschließend werden die Verarbeitungseigenschaften von Thermoplasten im Überblick dargestellt. Der Hauptteil der Vorlesung befasst sich mit den verschiedenen Kunststoffen und ihren spezifischen Eigenschaften und Merkmalen.

Die behandelten Kunststoffe sind insbesondere:

- Polyolefine
- Duroplaste
- Elastomere
- Polyamide und Polyester
- Amorphe/ optische Kunststoffe
- Hochtemperaturkunststoffe
- Faserverbundwerkstoffe
- Klebstoffe
- Hochgefüllte Kunststoffe

Abschließend wird ein grober Überblick über die Aufbereitung von Kunststoffen und die dabei verwendeten Verfahren, Maschinen, Werkstoffe, Füllstoffe und Additive gegeben.

***Inhalt: Kunststoffverarbeitung***

Die Pflichtvorlesung Kunststoffverarbeitung führt aufbauend auf der Vorlesung Werkstoffkunde in die Verarbeitung von Kunststoffen ein. Zum Verständnis werden eingangs wiederholend die besonderen Eigenschaften von Polymerschmelzen erklärt und die Schritte der Aufbereitung vom Rohgranulat zum verarbeitungsfähigen Kunststoff erläutert. Anschließend werden die folgenden Verarbeitungsverfahren vorgestellt:

- Extrusion
- Spritzgießen mit Sonderverfahren wie z. B. Mehrkomponententechnik
- Pressen
- Warmumformen
- Schäumen
- Herstellung von Hohlkörpern
- Additive Fertigung

Hier wird neben der Verfahrenstechnologie und den dafür benötigten Anlagen auch auf die Besonderheiten der Verfahren eingegangen sowie jeweils Kunststoffbauteile aus der Praxis vorgestellt. Abschließend werden die Verbindungstechnik bei Kunststoffen und das Veredeln von Kunststoffbauteilen erläutert.

**Lernziele und Kompetenzen:**

***Lernziele und Kompetenzen: Kunststoffe und ihre Eigenschaften***

**Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden**

- Kennen von Begrifflichkeiten und Definitionen zu den Kunststoffen.

- Kennen der vorgestellten Kunststoffe mit ihren Eigenschaften und Einsatzgebieten.
- Verständnis für die Eigenschaften der vorgestellten Kunststoffe mit den jeweils spezifischen Merkmalen sowie Kenntnis ihrer Herstellung und wichtige Fertigungsverfahren.
- Verstehen der Zusammenhänge zwischen molekularem Aufbau, Umgebungsbedingungen wie Druck und Temperatur und Eigenschaften der Kunststoffe, dabei Transfer des Wissens aus anderen Vorlesungen (z. B. Werkstoffkunde).
- Begründete Zuordnung von exemplarischen Bauteilen zu den jeweiligen Kunststoffen.

**Fachkompetenz: Analysieren, Evaluieren und Erschaffen**

- Anforderungsbezogene Bewertung der verschiedenen Kunststoffe und bewertende Auswahl eines Kunststoffs für einen beispielhaften Anwendungsfall.
- Ausarbeitung einer Werkstoffsubstitution mit einem passenden Kunststoff: Bewertung des einzusetzenden Kunststoffs sowie Auswahl eines geeigneten Fertigungsverfahrens (Wissenstransfer aus den Vorlesungen Produktionstechnik und Kunststoffverarbeitung).

**Lernziele und Kompetenzen: Kunststoffverarbeitung**

**Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden**

- Kennen von Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoffverarbeitung.
- Verstehen der Eigenschaften von Thermoplastschmelzen bei der Kunststoffverarbeitung, dabei das Werkstoffkunde erlangten Wissen anwenden.
- Verstehen der Aufbereitungstechnik und die verschiedenen Fertigungsverfahren in der Kunststoffverarbeitung.
- Aufzeigen, welche Gründe zur Entwicklung der jeweiligen Verfahren geführt haben und wofür diese eingesetzt werden.
- Erläutern des Prozessablaufs, der benötigten Maschinen und Anlagen sowie die Merkmale und Besonderheiten jedes vorgestellten Verfahrens.
- Zuordnung von exemplarischen Bauteilen zu den jeweiligen Fertigungsverfahren.

**Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren**

- Anforderungsbezogene Bewertung der verschiedenen Fertigungsverfahren.
- Klassifizierung der einzelnen Prozessschritte der jeweiligen Verfahren hinsichtlich Kenngrößen wie bspw. Zykluszeit und Energieverbrauch.
- Einschätzen und benennen der auftretenden Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Fertigung spezieller Kunststoffbauteile.
- Ableitung von Kriterien für die Fertigung aus gegebenen Bauteilanforderungen und Auswählen von geeignete Fertigungsverfahren oder Kombinationen davon.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung Kunststoff-Eigenschaften und -Verarbeitung (Prüfungsnummer: 71411)

(englische Bezeichnung: Lecture: Properties and Processing of Plastics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Dietmar Drummer

---

**Modulbezeichnung:** **Laser Technology (LT)** **5 ECTS**  
 (Laser Technology)

Modulverantwortliche/r: Michael Schmidt  
 Lehrende: Kristian Cvecek, Clemens Roider

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Laser Technology (WS 2019/2020, Vorlesung, 4 SWS, Kristian Cvecek et al.)

---

**Inhalt:**

- Physical phenomena applicable in Laser Technology: EM waves, Beam Propagation, Beam Interaction with matter
- Fundamentals of Laser Technology: Principals of laser radiation, types and theoretical understanding of various types of lasers
- Laser Safety and common applications: Metrology, Laser cutting, Laser welding, Surface treatment, Additive Manufacturing
- Introduction to ultra-fast laser technologies
- Numerical exercises related to above mentioned topics
- Demonstration of laser applications at Institute of Photonic Technologies (LPT) and Bavarian Laser Centre (blz GmbH)
- Possible Industrial visit (e.g. Trumpf GmbH, Stuttgart)
- Optional: invited lecture about a novel laser application

**Lernziele und Kompetenzen:**

The student . . .

- would know the fundamental principles involved in the development of lasers.
- will understand the design and functionality of various types of lasers, and be able to comprehend laser specifications.
- will be able to design and analyse a free space laser beam propagation setup.
- will gain knowledge about basic optical components used in laser setups such lenses, mirrors, polarizers, etc.
- would be able to understand the basic interaction phenomena during laser-matter interaction processes.
- would be able to determine the advantages and disadvantages of using laser process for industrial applications.
- will know and be able to apply the safety principles while handling laser setups.
- will be familiar with several most common industrial application of laser for material processing such as cutting, welding, material ablation, additive manufacturing.
- will be familiar with metrological applications of lasers.
- will become familiar with and be able to use international (English) professional terminology.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Laser Technology (Prüfungsnummer: 71501)

(englische Bezeichnung: Laser Technology)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Michael Schmidt, 2. Prüfer: Florian Klämpfl

---

**Modulbezeichnung:** Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (LKM) (Linear Continuum Mechanics) **5 ECTS**

Modulverantwortliche/r: Paul Steinmann  
Lehrende: Silvia Budday, Dominic Soldner

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 90 Std.      Eigenstudium: 60 Std.      Sprache: Englisch

**Lehrveranstaltungen:**

Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Silvia Budday)

Tutorium zur Linearen Kontinuumsmechanik (WS 2019/2020, Tutorium, 2 SWS, Dominic Soldner)

Übungen zur Linearen Kontinuumsmechanik (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Dominic Soldner)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Kenntnisse aus dem Modul *Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre*

**Inhalt:**

*Grundlagen der geometrisch linearen Kontinuumsmechanik*

- Geometrisch lineare Kinematik
- Spannungen
- Bilanzsätze

*Anwendung auf elastische Problemstellungen*

- Materialbeschreibung
- Variationsprinzip

**Contents**

*Basic concepts in linear continuum mechanics*

- Kinematics
- Stress tensor
- Balance equations

*Application in elasticity theory*

- Constitutive equations
- Variational formulation

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- beherrschen das Tensorkalkül in kartesischen Koordinaten
- verstehen und beherrschen die geometrisch lineare Kontinuumskinematik
- verstehen und beherrschen geometrisch lineare Kontinuumsbilanzaussagen
- verstehen und beherrschen geometrisch lineare, thermoelastische Kontinuumsstoffgesetze
- verstehen und beherrschen den Übergang zur geometrisch linearen FEM

The students

- master tensor calculus in cartesian coordinates
- understand and master geometrically linear continuum kinematics
- understand and master geometrically linear continuum balance equations
- understand and master geometrically linear, thermoelastic material laws
- understand and master the transition to geometrically linear FEM

**Literatur:**

- Malvern: Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall 1969
- Gurtin: An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press 1981
- Bonet, Wood: Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge University Press 1997

- Holzapfel: Nonlinear Solid Mechanics, Wiley 2000

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 71301)

(englische Bezeichnung: Linear Continuum Mechanics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Paul Steinmann

---

**Modulbezeichnung:** Mehrkörperdynamik (2V+2Ü) (MKD) 5 ECTS  
(Multibody Dynamics)

Modulverantwortliche/r: Sigrid Leyendecker

Lehrende: Sigrid Leyendecker, wissenschaftliche Mitarbeiter/innen

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Mehrkörperdynamik (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Sigrid Leyendecker)

Übungen zur Mehrkörperdynamik (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Sigrid Leyendecker et al.)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Dynamik starrer Körper

**Inhalt:**

- Kinematik für Systeme gekoppelter starrer Körper
- Dreidimensionale Rotationen
- Newton-Euler-Gleichungen des starren Körpers
- Bewegungsgleichungen für Systeme gekoppelter Punktmassen/starrer Körper
- Parametrisierung in generalisierten Koordinaten und in redundanten Koordinaten
- Untermannigfaltigkeiten, Tangential- und Normalraum
- Nichtinertialkräfte
- Holonome und nicht-holonome Bindungen
- Bestimmung der Reaktionsgrößen in Gelenken
- Indexproblematik bei numerischen Lösungsverfahren für nichtlineare Bewegungsgleichungen mit Bindungen
- Steuerung in Gelenken
- Topologie von Mehrkörpersystemen

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

Die Studenten/Studentinnen

kennen den Unterschied zwischen (physikalischen) Tensoren/Vektoren und (mathematischen) Matrizen/Tripeln.

kennen das innere, äußere und dyadische Produkt von Vektoren.

kennen die einfache und zweifache Kontraktion von Tensoren.

kennen den Satz von Euler für die Fixpunktdrehung.

kennen mehrere Möglichkeiten, dreidimensionale Rotationen zu parametrisieren (etwa Euler-Winkel, Cardan-Winkel oder Euler-Rodrigues-Parameter).

kennen die Problematik mit Singularitäten bei Verwendung dreier Parameter.

kennen die  $SO(3)$  und  $so(3)$ .

kennen den Zusammenhang zwischen Matrixexponentialfunktion und Drehzeiger.

kennen die Begriffe Untermannigfaltigkeit, Tangential- und Normalraum.

kennen die Begriffe Impuls und Drall eines starren Körpers.

kennen den Impuls- und Drallsatz (Newton-Euler-Gleichungen) für den starren Körper.

kennen den Aufbau der darstellenden Matrix des Trägheitstensors eines starren Körpers.

kennen den Satz von Huygens-Steiner.

kennen die Begriffe holonom-skleronome und holonom-rheonome Bindungen.

kennen den Begriff des differentiellen Indexes eines differential-algebraischen Gleichungssystems.

kennen die expliziten und impliziten Reaktionsbedingungen in den Gelenken von Mehrkörpersystemen.

kennen aus Dreh- und Schubgelenken zusammensetzbare Gelenke.

kennen niedrige und höhere Elementenpaare.

- kennen den Unterschied zwischen offenen und geschlossenen Mehrkörpersystemen.
- kennen das Phänomen des Wegdriftens bei indexreduzierten Formulierungen der Bewegungsgleichungen.
- kennen den Satz über Hauptachsentransformation symmetrischer reeller Matrizen.
- kennen die nichtlinearen Effekte des Kreisels.
- kennen alle zugehörigen theoretischen Zusammenhänge.

#### *Verstehen*

- Die Studenten/Studentinnen verstehen den Unterschied zwischen (physikalischen) Tensoren/Vektoren und (mathematischen) Matrizen/Tripeln.
- verstehen den Relativkinematik-Kalkül auf Lage, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsebene.
- verstehen, wie sich die Matrix des Trägheitstensors bei Translation und Rotation transformiert.
- verstehen die Trägheitseigenschaften eines starren Körpers.
- verstehen den Unterschied zwischen eingepprägten Kräften und Reaktionskräften.
- verstehen den Unterschied zwischen expliziten und impliziten Reaktionsbedingungen.
- verstehen den Impuls- und Drallsatz (Newton-Euler-Gleichungen) für den starren Körper.
- verstehen die mechanischen Effekte, die die auftretenden Nichtinertialkräfte bewirken.
- verstehen, warum dreidimensionale Rotationen nicht kommutativ sind.
- verstehen, dass die  $SO(3)$  (multiplikative) Gruppenstruktur, die  $so(3)$  Vektorraumstruktur trägt.
- verstehen, welche Drehungen um Hauptachsen stabil, welche instabil sind.
- verstehen das Verfahren der Indexreduktion für die auftretenden differential-algebraischen Systeme.
- verstehen das Phänomen des Wegdriftens bei indexreduzierten Formulierungen der Bewegungsgleichungen.
- verstehen die analytische Lösung der Euler-Gleichungen des kräftefreien symmetrischen Kreisels.
- verstehen die Poincot-Beschreibung des kräftefreien Kreisels.
- verstehen die Beweise der zugehörigen analytischen Zusammenhänge, einschließlich den Voraussetzungen.

#### *Anwenden*

- Die Studenten/Studentinnen können Koeffizienten von Vektoren und Tensoren zwischen verschiedenen Koordinatensystemen transformieren.
- können den Relativkinematik-Kalkül anwenden, d.h. mehrere Starrkörperbewegungen miteinander verketteten.
- können Rotationen aktiv und passiv interpretieren.
- können allgemein mit generalisierten Koordinaten umgehen.
- können die Winkelgeschwindigkeit zu einer gegebenen Parametrisierung der Rotationsmatrix berechnen.
- können zu einer gegebenen Untermannigfaltigkeit Normal- und Tangentialraum bestimmen.
- können den Impuls- und Drallsatz auf starre Körper anwenden.
- können die Bindungen auf Lage-, Geschwindigkeits und Beschleunigungsebene bestimmen.
- können die Bewegungsgleichungen dynamischer Systeme in minimalen generalisierten Koordinaten aufstellen.
- können die Bewegungsgleichungen dynamischer Systeme in redundanten Koordinaten aufstellen.
- können letztere in erstere überführen.
- können die Lagrange-Multiplikatoren sowie die zugehörigen Reaktionskräfte systematisch als Funktion der Lage- und Geschwindigkeitsgrößen berechnen.
- können geeignete Nullraum-Matrizen finden.
- können die Reaktionskräfte in den Bewegungsgleichungen via Nullraummatrix eliminieren.
- können das Verfahren der Indexreduktion auf die Bewegungsgleichungen in redundanten Koordinaten anwenden.
- können den Index alternativer Formulierungen der Bewegungsgleichungen (etwa GGL-Formulierung) berechnen.

können das Phänomen des Wegdriftens durch Projektionsverfahren oder Baumgarte-Stabilisierung unterbinden.  
 können die translatorische und rotatorische Energie eines starren Körpers berechnen.  
 können Hauptträgheitsmomente und -richtungen via Hauptachsentransformation ermitteln.  
 können Trägheitsmomente einfacher Körper durch Volumenintegration berechnen.  
 können den Satz von Huygens-Steiner anwenden.  
 können den Freiheitsgrad holonomer Systeme bestimmen.  
 können skleronome und rheonome Gelenke modellieren.  
 können Mehrkörpermodelle topologisch und kinematisch klassifizieren.  
 können analytische Lösungen der Bewegungsgleichungen (etwa Foucault-Pendel, symmetrischer Kreisel) durch Differentiation verifizieren.  
 können die dynamische rechte Seite der Bewegungsgleichungen in Matlab implementieren und mit Standard-Zeitintegrationsverfahren lösen.  
 können die Beweise der wichtigsten mathematischen Sätze eigenständig führen.

#### *Analysieren*

Die Studenten/Studentinnen

können analytische Lösungen der Bewegungsgleichungen (etwa Foucault-Pendel, symmetrischer Kreisel) eigenständig durch Integration bestimmen.  
 können die Auswirkungen der Zentrifugalmomente eines starren Körpers bei der Auslegung von Maschinen qualitativ und quantitativ beurteilen.

#### *Erschaffen*

Die Studenten/Studentinnen

können Mehrkörpermodelle realer Maschinen mit starren Körpern, Kraftelementen und Gelenken selbstständig aufbauen.  
 können deren Dynamik durch numerische Simulation analysieren.

#### **Literatur:**

- Schiehlen, Eberhard: Technische Dynamik. Teubner, 2004
- Woernle: Mehrkörpersysteme. Eine Einführung in die Kinematik und Dynamik von Systemen starrer Körper. Springer, 2011

#### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

#### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung + Übung Mehrkörperdynamik (Prüfungsnummer: 72701)

(englische Bezeichnung: Lecture/Tutorial: Multibody Dynamics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Sigrid Leyendecker

---

**Modulbezeichnung: Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren (MRK) 5 ECTS**  
 (Methodical and Computer-Aided Design)

Modulverantwortliche/r: Sandro Wartzack

Lehrende: Sandro Wartzack, Harald Völkl

---

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Sandro Wartzack et al.)

Übungen zu Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Harald Völkl)

---

**Inhalt:**

**I. Der Konstruktionsbereich**

- Stellung im Unternehmen
- Berufsbild des Konstrukteurs/Produktentwicklers
- Engpass Konstruktion
- Möglichkeiten der Rationalisierung

**II. Konstruktionsmethodik**

- Grundlagen
- Allgemein einsetzbare Lösungs- und Beurteilungsmethoden - Werkzeuge
- Vorgehensweise im Konstruktionsprozess
- Entwickeln von Baureihen- und Baukastensystemen

**III. Rechnerunterstützung in der Konstruktion**

- Grundlagen des Rechnereinsatzes in der Konstruktion
- Durchgängiger Rechnereinsatz im Konstruktionsprozess
- Datenaustausch
- Konstruktionssystem *mfk*
- Einführung von CAD-Systemen und Systemwechsel
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

**IV. Neue Denk- und Organisationsformen**

- Integrierte Produktentwicklung

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

Im Rahmen von MRK werden den Studierenden Kenntnisse zum Ablauf sowie zu den theoretischen Hintergründen des methodischen Produktentwicklungsprozesses vermittelt. Wesentlicher Lehrinhalt der Vorlesung sind ebenfalls Theorie und Einsatz der hierfür unterstützend einzusetzenden rechnerbasierten Methoden und Werkzeuge. Im Bereich Methodik wird im einzelnen Wissen bezüglich der folgenden Themenbereiche vermittelt:

- Wissen über intuitive sowie diskursive Kreativitätstechniken: Brainstorming, Methode 6-3-5, Delphi-Methode oder Konstruktionskataloge
- Wissen über Entwicklungsmethoden: Reverse Engineering, Patentrecherche, Bionik, Innovationsmethoden (z. B. TRIZ)
- Wissen über methodische Bewertungsmethoden: Technisch-Wirtschaftliche Bewertung, Nutzwertanalyse, Wertanalyse
- Wissen über Vorgehensmodelle: z. B.: Vorgehen nach Pahl/Beitz, VDI 2221, VDI 2206
- Wissen zu Baukasten-, Baureihen- und Plattformstrategien

Im Bereich Rechnerunterstützung sollen den Studierenden die Rationalisierungsmöglichkeiten in der Produktentwicklung durch den Rechnereinsatz vermittelt werden. Um einen entsprechend effizient gestalteten Entwicklungsprozess selbst umsetzen zu können, werden die heute in Wissenschaft und Industrie eingesetzten, rechnerunterstützten Methoden und Werkzeuge gelehrt. Im

Einzelnen wird Wissen für folgende Themenbereiche vermittelt:

- Wissen über Rechnerunterstützte Produktmodellierung durch Computer Aided Design (CAD)
- Wissen über Theorie und das anwendungsrelevante Wissen der Wissensbasierten Produktentwicklung
- Wissen über Rechnerunterstützte Berechnungsmethoden (Computer Aided Engineering - CAE). Hier insbesondere Wissen über Theorie sowie Anwendungsfelder der Finiten Elemente Methode (FEM), Mehrkörpersimulation (MKS), Strömungssimulation (kurze Einführung)
- Wissen über Austauschformaten für Konstruktions- und Berechnungsdaten
- Wissen über Produktentwicklung durch Virtual Reality
- Wissen über Weiterverarbeitung von virtuellen Produktmodellen
- Wissen über Migrationsstrategien beim Einsatz neuer CAD/CAE-Werkzeuge

#### *Verstehen*

Das Verstehen grundlegender Abläufe und Zusammenhänge bei der methodischen Produktentwicklung sowie der Einsatz moderner CAE-Verfahren bei der Entwicklung von Produkten ist ein wichtiges Ziel der Veranstaltung. Im Einzelnen bedeutet dies:

- Verstehen der Denk- und Vorgehensweise von Produktentwicklern
- Beschreiben von Bewertungsmethoden
- Darstellen methodischer Abläufe in der Produktentwicklung (u.a. Pahl/Beitz, VDI2221)
- Erklären von Rationalisierungsmöglichkeiten in der Produktentwicklung (z.B. Baukästen und -reihen)
- Erklären von CAD-Modellen in Bezug auf Vor- und Nachteile, Aufbau, Nutzen
- Verstehen der wissensbasierten Produktentwicklung
- Erläutern der Grundlagen der Finite-Elemente-Methoden
- Beschreiben von CAE-Methoden und der Nutzen bzw. Einsatzgebiet
- Beschreiben der Unterschiede zwischen den CAE-Methoden
- Verstehen und beschreiben unterschiedlicher Datenaustauschformate in der Produktentwicklung sowie die Weiterverarbeitung der Daten
- Beschreiben von Virtual Reality in der Produktentwicklung

#### *Anwenden*

Im Rahmen der MRK Methodikübung werden Bewertungsmatrizen aufgestellt und Lösungsvorschläge für das Bewertungsproblem abgeleitet. Weiterhin werden unter Zuhilfenahme methodischer Werkzeuge Konzepte für konkrete Entwicklungsaufgaben erstellt. In der MRK-Rechnerübung werden folgende gestalterische Tätigkeiten ausgeführt:

- Erzeugung von Einzelteilen im CAD durch Modellieren von Volumenkörpern unter Berücksichtigung einer robusten Modellierungsstrategie. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Definieren von Geometriereferenzen und zweidimensionalen Skizzen als Grundlage für Konstruktionselemente; Erzeugen von Volumenkörpern mit Hilfe der Konstruktionselemente Proflextrusion, Rotation, Zug und Verbund; Erstellen parametrischer Beziehungen zum Teil mit diskreten Parametersprüngen
- Erstellen von Baugruppen durch Kombination von Einzelteilen in einer CAD-Umgebung. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Erzeugung der notwendigen Relationen zwischen den Bauteilen; Steuerung unterschiedlicher Einbaupositionen über Parameter; Mustern wiederkehrender (Norm-)Teile; Steuerung von Unterbaugruppen über Bezugsskelettmodelle
- Ableiten norm-, funktions- und fertigungsgerechter Zusammenbauzeichnungen aus den 3D-CAD-Modellen, welche den Regeln der Technischen Darstellungslehre folgen.
- Erzeugung von Finite Elemente Analysemodellen der im vorherigen erstellten Baugruppen. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Defeaturing (Reduktion der Geometrie auf die wesentlichen, die Berechnung beeinflussenden Elemente); Erstellung von benutzerdefinierten Berechnungsnetzen; Definition von Lager- und Last-Randbedingungen; Interpretation der Analyseergebnisse

#### *Analysieren*

Die Studierenden können nach Besuch der Veranstaltung Produktentwicklungsprozesse in Unternehmen analysieren und strukturieren. Zudem sind Sie in der Lage Methoden zur Bewertung und Entscheidung bei der Produktentwicklung anwenden. Sie können zwischen unterschiedlichen CAE-Methoden unterscheiden und einander gegenüberstellen.

### *Evaluieren (Beurteilen)*

Anhand der erlernten Methoden und Möglichkeiten zur Rechnerunterstützung werden die Studierenden befähigt, deren Eignung für unbekannte Problemstellungen einzuschätzen und zu beurteilen. Darüber hinaus können Sie nach der Veranstaltung Produktentwicklungsprozesse kritisch hinterfragen und wichtige Entscheidungskriterien bei der Produktentwicklung aufstellen.

### *Erschaffen*

Die Studierenden werden durch die erlernten Grundlagen befähigt, CAD- und CAE-Modelle zur Simulation anderer Problemstellung zu erstellen sowie die erlernten methodischen Ansätze in der Entwicklung innovativer Produkte zu nutzen. Darüber hinaus werden spezielle Innovationsmethoden gelehrt, die die Entwicklung neuartiger Produkt unterstützen.

### *Lern- bzw. Methodenkompetenz*

Die Studierenden werden befähigt selbständig die vermittelten Entwicklungsmethoden, Vorgehensmodelle sowie die aufgeführten rechnerunterstützten Methoden und Werkzeuge einzusetzen. Grundlage hierfür bildet das in der Vorlesung vermittelte Hintergrundwissen. Der sichere Umgang beim praktischen Einsatz des Lerninhalts wird durch spezielle Übungseinheiten zu den Themen Entwicklungsmethodik sowie Rechnerunterstützung ermöglicht.

### *Selbstkompetenz*

Die Studierenden werden im Speziellen im Übungsbetrieb zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen befähigt. Weiterhin erlernen die Studierenden eine objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. bei der Vorstellung eigener Lösungen im Rahmen des Übungsbetriebs) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. bei der Erarbeitung von Lösungen bzw. bei der Kompromissfindung in Gruppenarbeiten).

### *Sozialkompetenz*

Die Studierenden organisieren selbständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuer und Kommilitonen wert-schätzendes Feedback.

### **Literatur:**

Pahl/Beitz: **Konstruktionslehre**, Springer Verlag, Berlin.

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren (Prüfungsnummer: 71601)

(englische Bezeichnung: Lecture: Methodical and Computer-Aided Design)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Sandro Wartzack

---

**Modulbezeichnung:** Numerische Methoden in der Mechanik (3V + 1Ü) (NuMeMech) 5 ECTS  
(Numerical Methods in Mechanics)

Modulverantwortliche/r: Holger Lang  
Lehrende: Holger Lang

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Numerische Methoden in der Mechanik (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Holger Lang)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Grundvorlesungen Mathematik  
Grundkenntnisse aus Statik, Elastostatik und Dynamik starrer Körper (Technische Mechanik I, II, III)

---

**Inhalt:**

- (1) Lineare Gleichungssysteme:  
Statik, Elastostatik (Finite-Element-Analysen)  
Minimierung der quadratischen potentiellen Energie  
Lineare dynamische Systeme  
Dynamik im Frequenzbereich
- (2) Eigenwertprobleme:  
Modalanalyse  
Entkopplung linearer dynamischer Systeme  
Modale Reduktion
- (3) Nichtlineare Gleichungssysteme:  
Nichtlineare, inkrementelle Elastostatik  
Minimierung der potentiellen Energie
- (4) Zeitintegration:  
Nichtlineare transiente Dynamik mit und ohne Zwangsbedingungen  
Steife mechanische Systeme  
Explizite und implizite Integrationsverfahren, Stabilität
- (5) Automatische Differentiation:  
Werkzeug bei der Modellgenerierung  
Linearisierung mechanischer Systeme

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Wissen
- Die Studenten/Studentinnen
- kennen die LR-Zerlegung einer Matrix nach Gauss
- kennen verschiedene Pivotisierungsstrategien
- kennen die Cholesky-Zerlegung einer symmetrisch und positiv definiten Matrix
- kennen die QR-Zerlegung einer Matrix nach Givens oder Householder
- kennen das Verfahren des steilsten Abstiegs
- kennen das Verfahren der konjugierten Gradienten
- kennen das Jacobi-Verfahren
- kennen den QR-Algorithmus
- kennen die von-Mises Vektoriteration, kombiniert mit Gram-Schmidt-Orthogonalisierung
- kennen das Verfahren der Banachschen Fixpunktiteration
- kennen das Newton-Verfahren
- kennen das gedämpfte Newton-Verfahren
- kennen das vereinfachte Newton-Verfahren
- kennen grundlegende Verfahren zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen, insbesondere von Bewegungsgleichungen der Dynamik

kennen Runge-Kutta-Verfahren.

kennen ABM-, AB-, AM-, BDF-Mehrschrittverfahren.

kennen die Problematik bei steifen Differentialgleichungen.

kennen die zugehörigen analytischen Zusammenhänge.

Verstehen

Die Studenten/Studentinnen

verstehen, wie sich der Gaußsche Algorithmus numerisch umsetzen lässt.

verstehen, dass Pivotregeln unerlässlich sind für die Genauigkeit der berechneten Lösung.

verstehen, dass im Rechner arithmetische Operationen weder assoziativ, noch kommutativ sind.

verstehen die Idee von Cholesky, eine s.p.d. quadratische Form auf eine Summe von Quadraten zu reduzieren.

verstehen, warum s.p.d. Matrizen in der Elastostatik auftreten.

verstehen, dass eine QR-Zerlegung bei schlecht konditionierten Matrizen exzellent funktionieren kann.

verstehen, wie die Minimierung der potentiellen Gesamtenergie zum Verfahren der konjugierten Gradienten führt.

verstehen, dass die Methode des steilsten Abstiegs zwar universell, jedoch extrem ineffizient ist.

verstehen, warum reelle, symmetrische Matrizen in der Mechanik eine essentielle Rolle spielen.

verstehen, warum Jacobi-Rotationen zur Eigenwertberechnung uneingeschränkt stabil und robust sind.

verstehen, wie die Potenzmethode nach von Mises den kleinsten oder größten Eigenwert einer symmetrischen reellen Matrix liefert.

verstehen, wie die inverse Potenzmethode zum Auffinden der niedrigsten Eigenfrequenz und Eigenschwingform geeignet ist.

verstehen, wie man die Potenzmethode, kombiniert mit Gram-Schmidt-Orthogonalisierung, sukzessiv zum Auffinden der niedrigsten Eigenfrequenzen und Eigenmoden einsetzen kann.

verstehen, unter welchen Voraussetzungen einfache Fixpunktiteration zum Lösen einer nichtlinearen Gleichungen funktioniert.

verstehen, dass mit Hilfe des Newton-Raphson-Iterators Nullstellen von Funktionen stets attraktive Fixpunkte darstellen.

verstehen, dass die Gleichgewichtsbedingungen elastostatischer Systeme durch Energieminimierung via Newton-Raphson-Verfahren gefunden werden können.

verstehen, warum Dämpfungsstrategien bei drohender Divergenz dennoch zu Konvergenz führen.

verstehen, wie die Wahl der Koeffizienten bei Runge-Kutta-Verfahren die Genauigkeitsordnung beeinflusst.

verstehen, wie die Wahl der Koeffizienten bei Mehrschritt-Verfahren die Genauigkeitsordnung beeinflusst.

verstehen die Bedeutung des Stabilitätsgebietes eines Integrationsverfahrens anhand der Dahlquist-Gleichung.

verstehen die Idee der automatischen Differentiation.

verstehen die Beweise aller zugehörigen analytisch-numerischen Zusammenhänge, einschließlich den Voraussetzungen.

Anwenden

Die Studenten/Studentinnen

können den Gaußschen Algorithmus numerisch als LR-Zerlegung umsetzen und hierbei verschiedene Pivotisierungsstrategien anwenden.

können den Cholesky-Algorithmus numerisch umsetzen.

können den statischen Gleichgewichtspunkt eines linearen, elastostatischen Systems numerisch berechnen.

können Matrizen anhand verschiedener Bedingungen als s.p.d. identifizieren.

können die QR-Zerlegung nach Givens und/oder Householder numerisch umsetzen.

können das Verfahren des steilsten Abstiegs numerisch umsetzen.

können das Verfahren der konjugierten Gradienten numerisch umsetzen.

können das (klassische und zyklische) Verfahren von Jacobi numerisch umsetzen.

können die Definitheit von Massen-, Dämpfungs- und Steifigkeitsmatrix via Eigenwerte bestimmen.

können mit Hilfe der inversen Potenzmethode nach von Mises die kleinste Eigenfrequenz, samt Eigenschwingform, berechnen.  
können die inverse Potenzmethode zusammen mit Gram-Schmidt-Orthogonalisierung numerisch umsetzen, um die nachfolgenden Eigenfrequenzen zu berechnen.  
können das Verfahren der einfachen Fixpunktiteration bei kontraktiven Abbildung zur Lösung nichtlinearer Gleichungen numerisch umsetzen.  
können das Verfahren von Newton-Raphson zur Lösung nichtlinearer Gleichungen numerisch umsetzen.  
können bei Nichtkonvergenz geeignete Dämpfungsstrategien numerisch umsetzen.  
können mit Hilfe des Newton-Raphson-Verfahrens statische Gleichgewichtspunkte nichtlinearer Systeme berechnen.  
können die Koeffizienten bei Runge-Kutta-Verfahren derart wählen, damit die maximal mögliche Genauigkeitsordnung erreicht wird.  
können die Koeffizienten bei Mehrschritt-Verfahren derart wählen, damit die maximal mögliche Genauigkeitsordnung erreicht wird.  
können Zeitintegrationsverfahren zur Lösung dynamischer Bewegungsgleichungen numerisch umsetzen.  
können eine adaptive Zeitschrittweitensteuerung bei eingebetteten Runge-Kutta-Verfahren numerisch umsetzen.  
können die rechte Seite der Lagrange-Gleichungen dynamischer Systeme implementieren.  
können das Phänomen des Wegdriftens durch Projektionsverfahren oder Baumgarte-Stabilisierung unterbinden.  
können das Matrixexponential diagonalisierbarer Matrizen berechnen.  
können das Stabilitätsgebiet eines Zeitschrittverfahrens bestimmen.  
können das Verfahren der automatischen Differentiation zur Generierung von Jacobimatrizen, welche innerhalb eines Algorithmus benötigt werden, anwenden.  
können zumindest alle behandelten Verfahren an Demonstratorbeispielen Schritt für Schritt nachvollziehen.  
können die Beweise der wichtigsten mathematischen Sätze eigenständig führen.

Analysieren

Die Studenten/Studentinnen

können die Beweisideen schwieriger Theoreme analysieren.  
können die Funktion eines numerischen Verfahrens anhand der analytischen Lösung grundlegender mechanischer Systeme (etwa Ein- und Zweimassenschwinger) verifizieren.  
können mathematisch-mechanische Zusammenhänge/Aussagen auf Gültigkeit hin analysieren, diese ggf. beweisen oder durch ein Gegenbeispiel widerlegen.  
können analysieren, welche numerische Methode zur Lösung eines gegebenen mechanischen Problems adäquat ist.

Evaluieren

Die Studenten/Studentinnen

können beurteilen, welche Fehler (relativ zur Realität) auf die Modellierung oder auch auf die numerischen Methoden zurückzuführen sind.  
können beurteilen, welche Fehler durch 'numerisch falsche' Programmierung entstehen. (Assoziativ- und Kommutativgesetze sind im Rechner nicht gültig.)

Erschaffen

Die Studenten/Studentinnen

können verschiedene numerische Algorithmen zur Simulation eines komplexen mechanischen Problems vereinigen, effizient und 'numerisch korrekt' programmieren.  
konstruieren eigene Dämpfungsstrategien (Newton-Raphson), Zeitschrittweitensteuerung, Zeitintegrationsverfahren (z.B. mehrstufige Mehrschrittverfahren).  
finden neue Runge-Kutta-Verfahren.

**Literatur:**

Im StudOn als PDF hinterlegt. (Link befindet sich unten.)

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

## [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung + Übung Numerische Methoden der Mechanik (Prüfungsnummer: 74401)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Holger Lang

---

---

**Modulbezeichnung: Produktionssystematik (PS)** **5 ECTS**  
(Production Systematics)

Modulverantwortliche/r: Jörg Franke  
Lehrende: Jörg Franke

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Produktionssystematik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Jörg Franke et al.)  
Übung zu Produktionssystematik (SS 2020, Übung, 2 SWS, Jörg Franke et al.)

---

**Inhalt:**

Ziel dieser Vorlesung Produktionssystematik ist es, dem Studenten die gesamte Bandbreite der technischen Betriebsführung von der Planung, Organisation und technischen Auftragsabwicklung bis hin zu Fragen des Management und der Personalführung, Entlohnung sowie Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung näherzubringen. Die Übung zur Vorlesung vertieft diese Themen.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach einem Besuch der Vorlesung Produktionssystematik sollen die Studierenden in der Lage sein:

- Ziele, Strategien, Vision und Mission der Unternehmen beurteilen zu können;
  - sich in der Aufbau- und Ablauforganisation eines Unternehmen zurecht zu finden;
  - die Inhalte der wesentlichen Kernprozesse produzierender Unternehmen zu kennen;
  - die technische und administrative Auftragsabwicklung nachzuvollziehen.
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Produktionssystematik (Vorlesung mit Übung) (Prüfungsnummer: 71011)

(englische Bezeichnung: Production Systematics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Jörg Franke

---

**Organisatorisches:**

Für die Prüfung sind ausschließlich folgende Hilfsmittel zugelassen:

- nicht programmierbarer Taschenrechner
- dokumentenechter Stift
- Textmarker
- Lineal, Geodreieck, Zirkel
- Namensstempel

Darüber hinaus sind keine weiteren Hilfsmittel erlaubt (dies gilt insbesondere für Uhren, Mobiltelefone oder sonstige elektronische Geräte).

---

**Modulbezeichnung:** Prozess- und Temperaturmesstechnik (PTMT) 5 ECTS  
 (Process and Temperature Metrology)

Modulverantwortliche/r: Tino Hausotte

Lehrende: Tino Hausotte, Elisa Wirthmann, Lorenz Butzhammer

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

- Prozess- und Temperaturmesstechnik (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte)
- Prozess- und Temperaturmesstechnik - Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Der Besuch der Grundlagen-Vorlesungen *Grundlagen der Messtechnik* (GMT) wird empfohlen.

---

**Inhalt:**

- **Temperaturmesstechnik:** Messgröße Temperatur: (thermodynamische Temperatur, Symbole, Einheiten, Temperatur als intensive Größe, Prinzip eines Messgerätes, direkte Messung und Voraussetzungen, indirekte Temperaturmessung und Voraussetzungen, Überblick primäre Temperaturmessverfahren, unmittelbar und mittelbare Temperaturmessung) - Prinzipielle Einteilung der Temperaturmessverfahren - Temperaturskalen: praktische Temperaturskalen (Tripelpunkte, Schmelz- und Erstarrungspunkte), klassische Temperaturskalen (Benennung und Fixpunkte), ITS 90 (Bereich, Fixpunkte, Interpolationsinstrumente - Mechanische Berührungsthermometer - Widerstandsthermometer (Pt100, NTC, PTC, Kennlinie, Messschaltungen) - Thermoelemente (Grundlagen, Aufbau, Vergleichsstelle, Bauformen) - Spezielle Temperaturmessverfahren (Rauschtemperaturmessung, Quarz-Thermometer) - Strahlungsthermometer - Statik und Dynamik thermischer Sensoren
- **Druck- und Durchflussmesstechnik:** Definition des Druckes, Druckarten, Fluide im Schwerfeld - Druckwaage (Kolbenmanometer) - Druckmessung mit Sperrflüssigkeit (U-Rohrmanometer und U-Rohrbarometer, Gefäßmanometer, Schrägrohrmanometer, Ringwaage) - Rohrfedermanometer, Plattenfedermanometer, Kapselfedermanometer - Druckmessumformer (DMS-Drucksensoren, Piezoresistive Drucksensoren, Kapazitive Drucksensoren) - Druckmittler (Druckvorlagen oder Trennvorlagen)
- **Füllstand und Grenzstand:** Füllstandsmessung, Grenzstandmessung - Peilstäbe, Schaugläser, Schwimmermessgeräte - Elektromechanische Lotsysteme, Tastplattenmessung, Vedrängergeräte - Hydrostatische Füllstandsmessung - Behälterwägung - Kapazitive Messverfahren - Radiometrische Messung - Laufzeitmessung
- **Messumformertechnik**

**Content**

- **Temperature measurement:** Measure "temperature" (thermodynamic temperature, symbols, units, temperature and intensive quantity, principle of a measuring instrument, and direct measurement conditions, indirect temperature measurement and conditions Overview primary temperature measurement methods, direct and indirect temperature measurement) - Basic classification of temperature measurement methods - Temperature scales: practical temperature scales (triple points, melting and solidification points), classical temperature scales (naming and fixed points), ITS 90 (range, fixed points, interpolating instruments) - Mechanical contact thermometers - Resistance thermometer (Pt100, NTC, PTC, characteristic, measurement circuits) - Thermocouples (foundations, structure, junction, mounting positions) - Special methods of temperature measurement (noise temperature measurement, quartz thermometer) - Pyrometer - Static and dynamic thermal sensors
- **Pressure and Flow Measurement:** Definition of stress, pressure types, fluids in the gravitational field - Pressure balance (Deadweight) - Pressure measurement with barrier fluid (U-tube manometer and U-tube barometer, tube manometer, Inclined, ring horizontally) - Bourdon tube pressure gauge, Diaphragm, Capsule spring manometer - Pressure transducer (strain gauge pressure sensors, piezo resistive pressure sensors, capacitive pressure sensors) - Pressure Transmitter (print templates or templates release)

- **Level and point level:** Level measurement, point level measurement - Dipsticks, sight glasses, float gauges - Electromechanical normal systems, touch plate measurement, displacement body devices - Hydrostatic level measurement - Vessel Weighing - Capacitive measuring method - Radiometric measurement - Acoustical logging
- **Converter Technology**

#### Lernziele und Kompetenzen:

- Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Prozessmesstechnik erfassen.
- Beurteilen und strukturelle Analyse von Messaufgaben in den genannten Bereichen. Transfer des Erlernten auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben.
- Verständnis um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von nicht-geometrischen Prozessgrößen.
- Eigenständige Auswahl geeigneter Verfahren im Bereich Prozess- und Temperaturmesstechnik.
- Beschreiben von Messaufgaben, Durchführen, Auswerten von Messungen.
- Selbstständiges Erkennen von Schwachstellen in der Planung und Durchführung.
- Bewerten von Messergebnissen aus dem Bereich Prozessmesstechnik.
- Angemessene Kommunikation und Interpretation von Messergebnissen und der zugrunde liegenden Verfahren.

#### Literatur:

- Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 - ISBN 978-3-446-42736-5
- Bernhard, Frank: Technische Temperaturmessung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2004 - ISBN 3-540-62672-7
- Freudenberger, Adalbert: Prozeßmeßtechnik. Vogel Buchverlag, 2000 - ISBN 978-3802317538
- Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 - ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3
- DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010

#### Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik

- Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präzision überall

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Prozess- und Temperaturmesstechnik (Prüfungsnummer: 72481)

(englische Bezeichnung: Process and Temperature Metrology)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

**Prüfungstermine**, eine **allgemeine Regel der Prüfungstagvergabe** und **Termine der Klausureinsicht** finden Sie auf StudOn: Prüfungstermine und Termine der Klausureinsicht

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Tino Hausotte

---

**Organisatorisches:**

- Unterlagen zur Lehrveranstaltung werden auf der Lernplattform StudOn ([www.studon.uni-erlangen.de](http://www.studon.uni-erlangen.de)) bereitgestellt. Das Passwort wird in der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

**Modulbezeichnung:** **Qualitätsmanagement (QM I u. QM II)** **5 ECTS**  
(Quality Management)

Modulverantwortliche/r: Tino Hausotte

Lehrende: Tino Hausotte, Tamara Reuter, Matthias Busch, Huong Nguyen

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 2 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

### Lehrveranstaltungen:

- Wenn Sie "Qualitätsmanagement" (5 ECTS) als (Wahl-)Pflichtmodul in Ihr Studium einbringen möchten, müssen Sie die Modulabschlussprüfung Qualitätsmanagement bzw. Quality Management (Prüfungsnummer: 47801 oder 72461), bestehend aus den Kursen QTeK (2,5 ECTS) und QMaK (2,5 ECTS), ablegen. Ein einzelnes Ablegen der Teilprüfungen QTeK im Wintersemester und QMaK im Sommersemester und ein nachträgliches Verrechnen zu einem (Wahl-)Pflichtmodul ist nicht möglich. Soweit Sie die Teilprüfungen als Wahlfächer und nicht als (Wahl-)Pflichtmodul einbringen möchten, können Sie auch beide Teilprüfungen einzeln ablegen.
- Die virtuelle Lehrveranstaltung QTeK gilt als äquivalent zur **ehemaligen** Präsenzvorlesung Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung (QM I). Eine Prüfungsleistung über die Lehrveranstaltung kann nur einmal eingebracht werden (entweder QTeK oder QM I). Die virtuelle Lehrveranstaltung QMaK gilt als äquivalent zur **ehemaligen** Präsenzvorlesung Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement (QM II). Eine Prüfungsleistung über die Lehrveranstaltung kann nur einmal eingebracht werden (entweder QMaK oder QM II). Eine Kombination der einzeln abgelegten Prüfungsleistungen QTeK bzw. QM I und QMaK bzw. QM II als Wahlpflichtmodul Qualitätsmanagement (QM) ist nicht möglich.

Qualitätstechniken - QTeK - vhb (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Tamara Reuter et al.)

Qualitätsmanagement - QMaK (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Matthias Busch et al.)

Qualitätstechniken - QTeK - vhb (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

Qualitätsmanagement - QMaK (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

### Inhalt:

#### Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung [QM I]

- Einführung und Begriffe
- Grundwerkzeuge des Qualitätsmanagements
- Erweiterte Werkzeuge des Qualitätsmanagements
- Qualitätsmanagement in der Produktplanung (QFD)
- Qualitätsmanagement in der Entwicklung und Konstruktion (DR, FTA, ETA, FMEA)
- Versuchsmethodik
- Maschinen- und Prozessfähigkeit, Qualitätsregelkarten
- Zuverlässigkeitstechniken
- Qualitätsmanagementsystem - Aufbau und Einführung
- *Grundwerkzeuge des QM (Übung)*
- *QFD und FMEA (Übung)*
- *Versuchsmethodik (Übung)*
- *SPC (Übung)*

#### Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement [QM II]

- Qualitätsmanagementsystem - Auditierung und Zertifizierung
- Total Quality Management und EFQM-Modell
- Rechnerunterstützung im Qualitätsmanagement
- Ausbildung und Motivation
- Kontinuierliche Verbesserungsprogramme und Benchmarking
- Problemlösungstechniken und Qualitätszirkel
- Qualitätsbewertung
- Qualität und Wirtschaftlichkeit
- Six Sigma
- Qualität und Umwelt, Umweltmanagement
- Qualität und Recht, Sicherheit
- *Qualitätsbewertung (Übung)*
- *Qualitätsbezogene und Wirtschaftlichkeit (Übung)*

- *Ökobilanzierung (Übung)*

### Lernziele und Kompetenzen:

Nach dem Besuch des Moduls sind die Teilnehmenden in der Lage,

Wissen:

- die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien des prozessorientierten Qualitätsmanagements darzulegen

Verstehen:

- die Werkzeuge, Techniken und Methoden des Qualitätsmanagements entlang des Produktlebenszyklus darzustellen
- die Zuverlässigkeit von Systemen zu beschreiben
- Wissen zu Qualitätsmanagement als unternehmens- und produktlebenszyklusübergreifende Strategie zu veranschaulichen
- Anforderungen, Aufbau, Einführung sowie die Auditierung und Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen

Anwenden:

- die grundlegenden Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeuge auf ein anderes Problem zu übertragen
- Prozesse mit Hilfe der statistischen Prozesslenkung (SPC), Qualitätsregelkarten und Prozessfähigkeitsindizes zu beschreiben
- Business Excellence anhand Total Quality Management (TQM), Unternehmensbewertungsmodelle wie EFQM und kontinuierlicher Verbesserungsprozesse im Unternehmen auszuführen
- die Interaktion von Qualitätsmanagement mit rechtlichen und sicherheitsrelevanten Themen zu erklären
- den Zusammenhang zwischen Qualitätsmanagement und Umweltmanagement zu beschreiben
- die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsverbesserungsmaßnahmen zu demonstrieren
- die Methodik „Six Sigma“ zu beschreiben und dem Kontext der Qualitätsverbesserung zuzuordnen

Analysieren

- mit Hilfe der Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeugen Probleme zu analysieren
- statistische Versuchspläne auf praktische Probleme zu übertragen und aus den Ergebnissen die Zusammenhänge und Einflüsse der Faktoren zu interpretieren
- Handlungsgrundlagen hinsichtlich Ausbildungs-, Motivations- und Organisationsverbesserung zu ermitteln

Evaluiieren:

- statistische Auswertungen zu interpretieren und neue Probleme auf statistische Auffälligkeiten zu testen
- die Qualität mit etablierten Vorgehensweisen zu bewerten

### Literatur:

- Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P.: Qualitätsmanagement von A - Z, Carl Hanser Verlag, München 2005
- Masing, W.; Ketting M.; König, W.; Wessel, K.-F.: Qualitätsmanagement - Tradition und Zukunft, Carl Hanser Verlag, München 2003

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Modulabschlussprüfung Qualitätsmanagement (Prüfungsnummer: 72461)

(englische Bezeichnung: Quality Management)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

**Prüfungstermine**, eine **allgemeine Regel der Prüfungstagvergabe** und **Termine der Klausureinsicht** finden Sie auf StudOn: Prüfungstermine und Termine der Klausureinsicht

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Tino Hausotte

---

**Modulbezeichnung:** Technische Produktgestaltung (TPG) 5 ECTS  
(Technical Product Design)

Modulverantwortliche/r: Sandro Wartzack

Lehrende: Sandro Wartzack, Benjamin Schleich

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Technische Produktgestaltung (SS 2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Sandro Wartzack et al.)

**Inhalt:**

- Einführung in die Technische Produktgestaltung
- Baustrukturen technischer Produkte
- Fertigungsgerechte Werkstückgestaltung
- toleranzgerechtes Konstruieren
- kostengerechtes Konstruieren
- beanspruchungsgerechtes Konstruieren
- werkstoffgerechtes Konstruieren
- Leichtbau
- umweltgerechtes Konstruieren
- nutzerzentrierte Produktgestaltung

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

Im Rahmen von TPG erwerben die Studierenden Kenntnisse zur Berücksichtigung verschiedener Aspekte des Design-for-X bei der Entwicklung technischer Produkte. Nach der erfolgreichen Teilnahme kennen sie die jeweiligen Gestaltungsrichtlinien und zugehörige Methoden. Dies sind im Einzelnen:

- Wissen über Möglichkeiten zur Umsetzung des Leichtbaus und daraus abgeleitet über spezifische Gestaltungsrichtlinien, die im Rahmen des Leichtbaus zu berücksichtigen sind, hierzu: Beanspruchungsgerechtes Konstruieren (Kraftfluss, Prinzip der konstanten Gestaltfestigkeit, Kerbwirkung, Prinzip der abgestimmten Verformung, Prinzip des Kräfteausgleichs)
- Wissen über werkstoffgerechtes Konstruieren (Anforderungs- und Eigenschaftsprofil, wirtschaftliche Werkstoffauswahl, Auswirkung der Werkstoffwahl auf Fertigung, Lebensdauer und Gewicht)
- Wissen über die Auswirkungen eines Produktes (und insbesondere der vorhergehenden Konstruktion) auf Umwelt, Kosten und den Nutzer, hierzu: Umweltgerechtes Konstruieren (Recycling, Einflussmöglichkeiten in der Produktentwicklung, Strategien zur Berücksichtigung von Umweltaspekten, Life Cycle Assessment, Produktinstandsetzung, Design for Recycling)
- Wissen über kostengerechtes Konstruieren (Beeinflussung der Lebenslauf-, Herstell- und Selbstkosten in der Produktentwicklung, Auswirkungen der Stückzahl und der Fertigungsverfahren, Entwicklungsbegleitende Kalkulation)
- Wissen über nutzerzentrierte Produktentwicklung (Anthropometrie, Nutzerintegration in der Produktentwicklung, Mensch-Maschine-Schnittstellen, Beeinträchtigungen im Alter, Universal Design, Gestaltungsrichtlinien nach dem SENSI-Regelkatalog, etc.)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Urformens“ (Gießen, Pulvermetallurgie, Additive Fertigung)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Umformens“ (Schmieden, Walzen, Biegen, Scheiden, Tiefziehen, Stanzen, Fließpressen)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Trennens“ (Zerteilen, Drehen, Fräsen, Bohren, Schleifen, Erodieren)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Fügens“ (Schweißen, Löten, Nieten, Durchsetzfügen, Kleben, Fügen durch Urformen)

- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Beschichtens und Stoffeigenschaften ändern“ (Schmelztauchen, Lackieren, Thermisches Spritzen, Physical Vapour Deposition, Chemical Vapour Deposition, Galvanische Verfahren, Pulverbeschichten, Vergüten, Glühen)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien des montagegerechten Konstruierens bzgl. der Baustruktur technischer Produkte (Integral-, Differential und Verbundbauweise, Produktstrukturierung, Variantenmanagement, Modularisierung) und des Montageprozesses (Gestaltung der Fügebauteile und Fügestellen, Automatisches Handhaben und Speichern, Toleranzausgleich, DFMA)
- Wissen über spezifische Inhalte des toleranzgerechten Konstruierens (insbesondere Grundlage der geometrischen Tolerierung und die Vorgehensweise zur Vergabe von Toleranzen)

#### *Verstehen*

Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Lehrveranstaltung „Technische Produktgestaltung“ verfügen die Studierenden über Verständnisse hinsichtlich der technischen und nicht-technischen Einflussfaktoren und deren Abhängigkeiten bei der Gestaltung technischer Produkte ausgehend von der Produktstruktur bis zur konstruktiven Bauteilgestaltung. Hierbei stehen besonders die folgenden Verständnisse im Fokus:

- Verständnis über die Spezifikation von Toleranzen, Passungen und Oberflächen in Technischen Zeichnungen unter Berücksichtigung deren Auswirkungen auf Fertigung, Montage und den Betrieb des Produktes, hierzu: Verständnis der Vorgehensweise zur Toleranzspezifikation sowie erforderlicher Grundlagen zur Tolerierung von Bauteilen (Allgemeintoleranzen, wirkliche und abgeleitete Geometrielemente, Hüllbedingung, Unabhängigkeitsprinzip, Inklusion verschiedener Toleranzarten, Bezugssysteme und Ausrichtungskonzepte, statistische Toleranzanalyse, etc.)
- Verständnis über Fertigung und Montage sowie über die Bedeutung des Design-for-X und insbesondere des fertigungsgerechten Konstruierens im Produktentwicklungsprozess
- Verständnis über die Berücksichtigung nicht-technischer Faktoren, wie beispielsweise Umwelt-, Kosten- und Nutzeraspekten, und deren Wechselwirkungen bei der Gestaltung technischer Produkte.

#### *Anwenden*

Die Studierenden wenden im Rahmen von Übungsaufgaben Gelerntes an. Dabei werden bestehende Entwürfe und Konstruktionen durch die Studierenden entsprechend der vermittelten Gestaltungsrichtlinien optimiert und neue Konstruktionen unter Einhaltung dieser Gestaltungsrichtlinien erschaffen. Dies beinhaltet im Einzelnen:

- Erstellung der fertigungsgerechten und montagegerechten Tolerierung von Bauteilen. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Bestimmen der zugrundeliegenden Bezugssysteme und Ausrichtungskonzepte; Bestimmen des Tolerierungsgrundsatzes. Integration von, durch Normen definierte Toleranz- und Passungsvorgaben in bestehende Tolerierungen; Zusammenfassen kombinierbarer Form- und Lagetoleranzen zu Zeichnungsvereinfachung; Festlegung der Größen der Toleranzzonen aller vergebenen Toleranzen.
- Optimierung der Tolerierung anhand der statistischen Toleranzanalyse. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Erkennen und Ableiten der analytischen Schließmaßgleichungen; Definition der zugrundeliegenden Toleranzwerten und zugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen; Berechnung der resultierenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Schließmaße; analytische Bestimmung der statistischen Beitragsleistung mittels lokaler Sensitivitätsanalysen; Beurteilung der Ergebnisse und ggf. anschließende Anpassung der Tolerierung der Bauteile; Transfer der Ergebnisse auf zeitabhängige Mechanismen (kinematische Systeme).
- Änderung der Gestaltung von Bauteilen, bedingt durch die Änderung der zu fertigenden Stückzahl der Baugruppe. Dies umschließt die folgenden Tätigkeiten: Bestimmung des konstruktiven Handlungsbedarfs; Anpassung der Gestaltung der Bauteile - insbesondere hinsichtlich der fertigungsgerechten und der montagegerechten Gestaltung. Gestaltung der erforderlichen Werkzeuge zur Fertigung der Bauteile und Bewertung dieser bzgl. der resultierenden Kosten.

#### *Analysieren*

- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Produktionstechnik zu erwerbenden Kompetenzen über die Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580

- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Handhabungs- und Montage-technik zu erwerbenden Kompetenzen über montagegerechtes Konstruieren
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Umformtechnik zu erwerbenden Kompetenzen über Fertigungsverfahren der Hauptgruppe Umformen nach DIN 8580
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Konstruktionsübung zu erwerbenden Kompetenzen über das Konstruieren von Maschinen und deren konstruktive Auslegung.

#### *Evaluieren (Beurteilen)*

Anhand der erlernten Grundlagen über unterschiedliche Aspekte des Design-for-X, deren Berücksichtigung bei der Gestaltung technischer Produkte durch Gestaltungsrichtlinien, Methoden, und Vorgehensweisen sowie den dargelegten Möglichkeiten zur Rechnerunterstützung können die Studierenden kontextbezogene Richtlinien für die Gestaltung technischer Produkte in unbekanntem Konstruktionsaufgaben auswählen und deren Anwendbarkeit einschätzen. Zudem sind sie in der Lage konträre Gestaltungsrichtlinien aufgabenspezifisch abzuwägen.

#### *Erschaffen*

Die Studierenden werden durch die erlernten Grundlagen befähigt, konkrete Verbesserungsvorschläge zu bestehenden Konstruktionen hinsichtlich unterschiedlicher Design-for-X Aspekte eigenständig zu erarbeiten. Zudem sind sie in der Lage technische Produkte so zu gestalten, dass diese verschiedenste technische und nicht-technische Anforderungen (fertigungsbezogene Anforderungen, Kostenanforderungen, Umweltaforderungen, Nutzeranforderungen, etc.) bedienen. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, Gestaltungsrichtlinien für neuartige Fertigungsverfahren aus grundlegenden Verfaehenseigenschaften abzuleiten und bei der Gestaltung technischer Produkte anzuwenden.

#### *Lern- bzw. Methodenkompetenz*

Befähigung zur selbständigen Gestaltung von Produkten und Prozessen gemäß erlernter Vorgehensweisen und Richtlinien sowie unter verschiedensten Design-for-X-Aspekten sowie zur objektiven Bewertung bestehender Produkte und Prozesse hinsichtlich gestellter Anforderungen des Design-for-X.

#### *Selbstkompetenz*

Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. Umsetzung der gelehrten Richtlinien des Design-for-X in der Konstruktion) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. Erarbeitung von Lösungen und Kompromissen im interdisziplinären Team).

#### *Sozialkompetenz*

Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuer und Kommilitonen wertschätzendes Feedback.

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Technische Produktgestaltung (Prüfungsnummer: 71101)

(englische Bezeichnung: Technical Product Design)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Note ergibt sich zu 100% aus der Klausur.

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Sandro Wartzack

---

**Modulbezeichnung:** Technische Schwingungslehre (TSL) 5 ECTS  
(Mechanical Vibrations)

Modulverantwortliche/r: Kai Willner

Lehrende: Kai Willner, Özge Akar

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 90 Std.

Eigenstudium: 60 Std.

Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Technische Schwingungslehre (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Kai Willner)

Tutorium zur Technischen Schwingungslehre (SS 2020, Tutorium, 2 SWS, Özge Akar)

Übungen zur Technischen Schwingungslehre (SS 2020, Übung, 2 SWS, Özge Akar)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Kenntnisse aus dem Modul *Dynamik starrer Körper*

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Dynamik starrer Körper (3V+2Ü+2T)

**Inhalt:**

*Charakterisierung von Schwingungen*

*Mechanische und mathematische Grundlagen*

- Bewegungsgleichungen
- Darstellung im Zustandsraum

*Allgemeine Lösung zeitinvarianter Systeme*

- Anfangswertproblem
- Fundamentalmatrix
- Eigenwertaufgabe

*Freie Schwingungen*

- Eigenwerte und Wurzelortskurven
- Zeitverhalten und Phasenportraits
- Stabilität

*Erzwungene Schwingungen*

- Sprung- und Impulserregung
- harmonische und periodische Erregung
- Resonanz und Tilgung

*Parametererregte Schwingungen*

- Periodisch zeitinvariante Systeme

*Experimentelle Modalanalyse*

- Bestimmung der Übertragungsfunktionen
- Bestimmung der modalen Parameter
- Bestimmung der Eigenmoden

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

- Die Studierenden kennen verschiedene Methoden die Bewegungsdifferentialgleichungen diskreter Systeme aufzustellen.
- Die Studierenden kennen verschiedene Schwingungsarten und Schwingertypen.
- Die Studierenden kennen die Lösung für die freie Schwingung eines linearen Systems mit einem Freiheitsgrad und die entsprechenden charakteristischen Größen wie Eigenfrequenz und Dämpfungsmaß.
- Die Studierenden kennen eine Reihe von analytischen Lösungen des linearen Schwingers mit einem Freiheitsgrad für spezielle Anregungen.
- Die Studierenden kennen die Darstellung eines Systems in physikalischer Darstellung und in Zustandsform.

- Die Studierenden kennen die Darstellung der allgemeinen Lösung eines linearen Systems mit mehreren Freiheitsgraden in Zustandsform.
- Die Studierenden kennen das Verfahren der modalen Reduktion.
- Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Zeitschrittintegration bei beliebiger Anregung.
- Die Studierenden kennen die Definition der Stabilität für lineare Systeme.

#### *Verstehen*

- Die Studierenden können ein gegebenes diskretes Schwingungssystem anhand des zugrundeliegenden Differentialgleichungssystems einordnen und klassifizieren.
- Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen der physikalischen Darstellung und der Zustandsdarstellung und können die Vor- und Nachteile der beiden Darstellungen beschreiben.
- Die Studierenden verstehen die Bedeutung der Fundamentalmatrix und können diese physikalisch interpretieren.
- Die Studierenden verstehen die Idee der modalen Reduktion und können ihre Bedeutung bei der Lösung von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden erläutern.
- Die Studierenden können den Stabilitätsbegriff für lineare Systeme erläutern.

#### *Anwenden*

- Die Studierenden können die Bewegungsdifferentialgleichungen eines diskreten Schwingungssystem auf verschiedenen Wegen aufstellen
- Die Studierenden können die entsprechende Zustandsdarstellung aufstellen.
- Die Studierenden können fuer einfache lineare Systeme die Eigenwerte und Eigenvektoren von Hand ermitteln und kennen numerische Verfahren zur Ermittlung der Eigenwerte und -vektoren bei großen Systemen.
- Die Studierenden können aus den Eigenwerten und -vektoren die Fundamentalmatrix bestimmen und für gegebene Anfangsbedingungen die Lösung des freien Systems bestimmen.
- Die Studierenden können ein lineares System mit mehreren Freiheitsgraden modal reduzieren.
- Die Studierenden können die analytische Loesung eines System mit einem Freiheitsgrad für eine geeignete Anregung von Hand bestimmen und damit die Lösung im Zeitbereich und in der Phasendarstellung darstellen.

#### *Analysieren*

- Die Studierenden können problemgerecht zwischen physikalischer Darstellung und Zustandsdarstellung wählen und die entsprechenden Verfahren zur Bestimmung der Eigenlösung und gegebenenfalls der partikulären Lösung einsetzen.

#### *Evaluieren (Beurteilen)*

- Die Studierenden können anhand der Eigenwerte bzw. der Wurzelorte das prinzipielle Lösungsverhalten eines linearen Schwingungssystems beurteilen und Aussagen über die Stabilität eines Systems treffen.

#### **Literatur:**

Magnus, Popp: Schwingungen, Stuttgart:Teubner 2005

---

#### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Master of Science with Honours)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Technische Schwingungslehre (Prüfungsnummer: 71901)

(englische Bezeichnung: Mechanical Vibrations)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablægung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Kai Willner

---

**Modulbezeichnung:** Theoretische Dynamik (2V + 2Ü) (TheoDyn) 5 ECTS  
(Theoretical Dynamics)

Modulverantwortliche/r: Holger Lang

Lehrende: Holger Lang

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Theoretische Dynamik (SS 2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Holger Lang)

**Inhalt:**

- Variationsrechnung (mit und ohne holonome Zwangsbedingungen)
- Nichtlineare mechanische Systeme (mit und ohne holonome Zwangsbedingungen)
- Bewegungsgleichungen nach Lagrange (erster und zweiter Art)
- Bewegungsgleichungen nach Hamilton
- Phasenraum
- Differential-algebraische Gleichungssysteme, Index
- Theoreme von Noether, Liouville und Poincare
- Untermannigfaltigkeiten
- Abstrakte Mannigfaltigkeiten

**Lernziele und Kompetenzen:**

Wissen

Die Studenten/Studentinnen

kennen die Begriffe Funktional, Differential, Richtungsableitung und kritische Punkte innerhalb der Variationsrechnung.

kennen die Fundamentallemmata der Variationsrechnung auf Untermannigfaltigkeiten.

kennen die Begriffe holonom-skleronome und holonom-rheonome Zwangsbedingungen.

kennen die Euler-Lagrange-Gleichungen ohne Zwangsbedingungen.

kennen die Euler-Lagrange-Gleichungen auf Untermannigfaltigkeiten (d.h. mit holonomen skleronomen/rheonomen Zwangsbedingungen).

kennen die Geometrie von Untermannigfaltigkeiten, Tangential- und Normalraum.

kennen einige Beispiele abstrakter Mannigfaltigkeiten.

kennen den Satz vom Igel.

kennen das Hamilton-, das d'Alembert-, sowie das Lagrange-d'Alembert-Prinzip.

kennen die Lagrange-Gleichungen dynamischer Systeme (erster und zweiter Art).

kennen die Hamilton-Gleichungen dynamischer Systeme.

kennen die Skruktur der auftretenden differential-algebraischen Gleichungssysteme vom Index drei.

kennen Phasenraumporträts, statische elliptische und hyperbolische Gleichgewichtspunkte, sowie Separatrizen.

kennen das Noether-Theorem innerhalb der Lagrange-Dynamik.

kennen die Sätze von Liouville und Poincare innerhalb der Hamilton-Dynamik.

kennen auch Anwendungen des Satzes von Poincare außerhalb der Mechanik.

kennen den Satz von Gauß zur Berechnung der Periodendauer des ebenen Pendels.

kennen die zugehörigen analytischen Zusammenhänge.

Verstehen

Die Studenten/Studentinnen

verstehen die Zusammenhänge zwischen Differential, Richtungsableitung und kritischen Punkten.

verstehen die Notwendigkeit der Fundamentallemmata beim Aufbau der Variationsrechnung.

verstehen die Notwendigkeit der Grübler-Bedingung.

verstehen den Aufbau der Lagrange-Gleichungen dynamischer Systeme ohne Zwangsbedingungen.

verstehen den Aufbau der Lagrange-Gleichungen dynamischer Systeme auf Untermannigfaltigkeiten.

verstehen, dass konsistente Anfangswerte notwendig und hinreichend sind für die Existenz Eindeutigkeit der analytischen Lösung.

- verstehen, warum man die Anfangsbedingungen auf niedrigerer Ebene auch als 'versteckt' bezeichnet.
- verstehen die Invarianzeigenschaften der Lagrange-Gleichungen.
- verstehen die Geometrie von Untermannigfaltigkeiten, Tangential- und Normalraum.
- verstehen die Zwangsbedingungen auf Lage-, Geschwindigkeits und Beschleunigungsebene differenti-  
algeometrisch.
- verstehen die zugrundeliegenden Sätze der Variationsrechnung.
- verstehen die analytischen Lösungen der Lagrange-Gleichungen der wichtigsten klassischen mechani-  
schen Systeme (z.B. Balken, Katenoid, Brachistochrone, Kepler-Problem).
- verstehen die aus dem Hamilton-, dem d'Alembert-, sowie dem Lagrange-d'Alembert-Prinzip resultie-  
renden Zusammenhänge.
- verstehen den Unterschied zwischen eingprägten Kräften, Nichtinertial- und Zwangskräften.
- verstehen das Verfahren der Indexreduktion für die auftretenden differential-algebraischen Systeme.
- verstehen das Phänomen des Wegdriftens bei indexreduzierten Formulierungen.
- verstehen die Konstruktion von Phasenraumporträts und die damit einhergehende eindimensionale  
Dynamik.
- verstehen, warum die Bewegung entlang einer Separatrix unendlich lange dauert.
- verstehen, wie die fundamentalen Erhaltungssätze der Dynamik (Energie, Impuls, Drehimpuls) via  
Noether-Theorem aus dem Hamilton-Prinzip ableitbar sind.
- verstehen die Tiefe des Hamilton-Prinzips.
- verstehen die Theoreme von Liouville und Poincare für Hamiltonsche Systeme.
- verstehen die Beweise der zugehörigen analytischen Zusammenhänge, einschließlich der Voraussetzun-  
gen.
- Anwenden
- Die Studenten/Studentinnen
- können das Differential, Richtungsableitung und kritische Punkte nichtlinearer Funktionale berechnen.
- können die statischen Gleichgewichtsgleichungen der klassischen linearen Balken (Zug, Torsion und Bie-  
gung) im Rahmen der Variationsrechnung herleiten.
- können die Zahl der Freiheitsgrade holonomer Lagrangescher Systeme berechnen.
- können die Lagrange-Gleichungen dynamischer Systeme ohne Zwangsbedingungen aufstellen.
- können die Lagrange-Gleichungen dynamischer Systeme auf Untermannigfaltigkeiten aufstellen und  
zugehörige Nullraum-Matrizen finden.
- können die Lagrange-Gleichungen erster Art in diejenigen zweiter Art überführen.
- können die Zwangsbedingungen auf Lage-, Geschwindigkeits und Beschleunigungsebene bestimmen.
- können zu einer gegebenen Untermannigfaltigkeit Normal- und Tangentialraum bestimmen.
- können die Hamilton-Gleichungen dynamischer Systeme ohne Zwangsbedingungen aufstellen.
- können die Lagrange-Gleichungen zweiter Art in die Hamilton-Gleichungen überführen, und umgekehrt.
- können Legendre-Transformationen durchführen.
- können sicher mit krummlinigen, generalisierten Koordinaten umgehen.
- können die analytischen Lösungen der Lagrange-Gleichungen der wichtigsten klassischen mechanischen  
Systeme (z.B. Balken, Katenoid, Brachistochrone, Kepler-Problem) durch Differentiation verifizieren.
- können den generalisierten Impuls zu einer gegebenen generalisierten Koordinate berechnen.
- können zyklische Koordinaten erkennen.
- können das Verfahren der Indexreduktion auf die Lagrange-Gleichungen erster Art anwenden.
- können die Lagrange-Multiplikatoren sowie die zugehörigen d'Alembertschen Zwangskräfte systema-  
tisch als Funktion der Lage- und Geschwindigkeitsgrößen berechnen.
- können das Phänomen des Wegdriftens durch Projektionsverfahren oder Baumgarte-Stabilisierung un-  
terbinden.
- können die d'Alembertschen Zwangskräfte in den Bewegungsgleichungen via Nullraummatrix eliminie-  
ren.
- können den Index alternativer Versionen der Bewegungsgleichungen (etwa GGL-Formulierung) berech-  
nen.
- können zum Potential eines eindimensionalen Systems das Phasenraumporträt berechnen und skizzie-  
ren.
- können effektive Phasenraumporträts für höherdimensionale Probleme skizzieren und berechnen.

können statische Gleichgewichtspunkte zu einem gegebenen Potential berechnen, sowie die zugehörigen Lagrange-Gleichungen um diese Punkte herum linearisieren.

können statische Gleichgewichtspunkte hinsichtlich ihrer Stabilität (elliptisch oder hyperbolisch) klassifizieren.

können die Schwingungsfrequenz nahe eines elliptischen Gleichgewichtspunktes aus der Krümmung des Potentials berechnen.

können Invarianzen/Symmetrien der Lagrange-Funktion erkennen, die jeweiligen Erhaltungsgrößen nach dem Noether-Theorem berechnen und mechanisch interpretieren.

können die Beweise der wichtigsten mathematischen Sätze eigenständig führen.

Analysieren

Die Studenten/Studentinnen

können analysieren, ob kritische Punkte eines Funktionals auch tatsächlich Extrempunkte darstellen.

können analysieren, welche Koordinatenwahl der Symmetrie eines dynamischen Systems bestmöglichst Rechnung trägt.

können Erhaltungsgrößen/Erste Integrale zur analytischen Lösung der Lagrange-/Hamilton-Gleichungen heranziehen.

können die Lagrange-Gleichungen der wichtigsten klassischen mechanischen Systeme (z.B. Balken, Katenoid, Brachistochrone, Kepler-Problem) durch Integration selbstständig analytisch lösen.

können die Lösungen der Bewegungsgleichungen in wichtigen Anwendungen diskutieren und analysieren (z.B. Einfluss der Parameter).

können mathematisch-mechanische Zusammenhänge auf Gültigkeit hin analysieren und ggf. beweisen oder durch Gegenbeispiel widerlegen.

können zu einem gegebenen dynamischen System unter einer gegebenen Problemstellung die am besten geeignete Form der Bewegungsgleichungen finden.

können Paradoxa auflösen.

Erschaffen

Die Studenten/Studentinnen

stellen eigenständig analytische Aussagen/Behauptungen auf, können diese ggf. mathematisch beweisen oder durch Gegenbeispiel widerlegen.

können die Dynamik von Lagrange- oder Hamiltonsystemen theoretisch (oder numerisch) analysieren.

#### Literatur:

- Arnold: Mathematical Methods in Classical Mechanics
- Kuypers: Klassische Mechanik
- Nolting: Theoretische Physik 1/2 (Klassische/Analytische Mechanik)
- Greiner: Klassische Mechanik I/II

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung + Übung Theoretische Dynamik 1 (Prüfungsnummer: 74301)

(englische Bezeichnung: Theoretical Dynamics 1)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Holger Lang

---

**Organisatorisches:**

- Grundkenntnisse in Mathematik
- Kenntniss des Moduls 'Dynamik starrer Körper'

**Bemerkungen:**

Vorlesung (2 SWS) und Übung (2 SWS) werden gemeinsam geprüft und kreditiert

---

**Modulbezeichnung: Umformtechnik (UT)** **5 ECTS**  
 (Metal Forming)

Modulverantwortliche/r: Marion Merklein  
 Lehrende: Marion Merklein

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Umformtechnik (SS 2020, Vorlesung, 4 SWS, Marion Merklein)

---

**Inhalt:**

In der Vorlesung Umformtechnik am Lehrstuhl für Fertigungstechnologie werden die grundlegenden Kenntnisse zu den verschiedenen Verfahren der Massiv- und Blechumformung vermittelt. Zunächst werden die Grundlagen der Werkstoffkunde, der Plastizitätstheorie und der Tribologie behandelt, die als Basis für das Verständnis der einzelnen Umformverfahren dienen. Anschließend werden die Verfahren der Massivumformung - Stauchen, Schmieden, Walzen, Durchdrücken und Durchziehen - und der Blechumformung - Tiefziehen, Streckziehen, Kragenziehen, Biegen und Schneiden - vorgestellt. Anhand von Prinzipskizzen und Musterteilen wird vor allem auf die erforderlichen Kräfte und Arbeiten, die Kraft-Weg-Verläufe, die Spannungsverläufe in der Umformzone, die Kenngrößen und Verfahrensgrenzen, die Werkzeug- und Werkstückwerkstoffe, die Werkzeugmaschinen und die erreichbaren Genauigkeiten eingegangen. Dabei werden neben den Standardverfahren auch Sonderverfahren und aktuelle Trends angesprochen. In der Vorlesung ist eine Übung integriert, in der das vermittelte Wissen angewendet wird.

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

- Die Studierenden erwerben Wissen über die Grundlagen der Umformverfahren.

*Verstehen*

- Die Studierenden können verschiedene Umformverfahren beschreiben sowie anhand verschiedener Kriterien vergleichen.

*Anwenden*

- Die Studierenden sind in der Lage, das vermittelte Wissen zur Lösung konkreter umformtechnischer Problemstellungen anzuwenden.

*Analysieren*

- Die Studierenden können geeignete Fertigungsverfahren zur umformtechnischen Herstellung von Produkten bestimmen.

**Literatur:**

- Lange, K.: Umformtechnik (Band 1-3), Berlin, Heidelberg, New York, Springer 1984
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Umformtechnik (Prüfungsnummer: 72001)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Marion Merklein

---

---

**Modulbezeichnung:** Handhabungs- und Montagetechnik (HUM) **5 ECTS**  
 (Technology of Handling and Assembly)

Modulverantwortliche/r: Jörg Franke  
 Lehrende: Jörg Franke, u.a.

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Handhabungs- und Montagetechnik (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Jörg Franke)  
 Übung zu Handhabungs- und Montagetechnik (SS 2020, Übung, 2 SWS, Jörg Franke)

---

**Inhalt:**

Im Vertiefungsfach Handhabungs- und Montagetechnik wird die gesamte Verfahrenskette von der Montageplanung bis zur Inbetriebnahme der Montageanlagen für mechanische sowie elektrotechnische Produkte aufgezeigt. Einleitend erfolgt die Darstellung von Planungsverfahren sowie rechnergestützte Hilfsmittel in der Montageplanung. Daran schließt sich die Besprechung von Einrichtungen zur Werkstück- und Betriebsmittelhandhabung in flexiblen Fertigungssystemen und für den zellenübergreifenden Materialfluß an. Desweiteren werden Systeme in der mechanischen Montage von Klein- und Großgeräten, der elektromechanischen Montage und die gesamte Verfahrenskette in der elektrotechnischen Montage diskutiert (Anforderung, Modellierung, Simulation, Montagestrukturen, Wirtschaftlichkeit etc.). Abrundend werden Möglichkeiten zur rechnergestützten Diagnose/Qualitätssicherung und Fragestellungen zu Personalmanagement in der Montage und zum Produktrecycling/-demontage behandelt.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden sind in der Lage:

- die Montagefreundlichkeit von Produkten zu beurteilen und zu verbessern,
- Montage- und Handhabungsprozesse zu beurteilen, auszuwählen und zu optimieren,
- die dazu erforderlichen Geräte, Vorrichtungen und Werkzeuge zu bewerten, und
- Montageprozesse sowie -systeme zu konzipieren, zu planen und weiterzuentwickeln.

Dieses Wissen ist vor allem in den Bereichen Produktentwicklung, Konstruktion, Produktionsmanagement, Fertigungsplanung, Einkauf, Vertrieb und Management sowie in allen industriellen Branchen (z. B. Automobilbau, Elektrotechnik, Medizintechnik, Maschinen- und Anlagenbau) erforderlich.

**Literatur:**

gleichnamiges Vorlesungsskriptum

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Handhabungs- und Montagetechnik (Prüfungsnummer: 71211)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Jörg Franke

**Organisatorisches:**

Für die Prüfung sind ausschließlich folgende Hilfsmittel zugelassen:

- nicht programmierbarer Taschenrechner
- dokumentenechter Stift
- Textmarker
- Lineal, Geodreieck, Zirkel
- Namensstempel

Darüber hinaus sind keine weiteren Hilfsmittel erlaubt (dies gilt insbesondere für Uhren, Mobiltelefone oder sonstige elektronische Geräte).

weitere Informationen bei:

M.Sc. Markus Lieret

---

**Modulbezeichnung:** **Optik und optische Technologien (OPTEC)** **2.5 ECTS**  
 (Optics and Optical Technologies)

Modulverantwortliche/r: Michael Schmidt  
 Lehrende: Michael Schmidt

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Optik und optische Technologien (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Michael Schmidt et al.)

---

**Inhalt:**

- Grundlagen der geometrischen Optik von der Linsenschleiferformel bis hin zur Betrachtung komplexer optischer Systeme mittels Matrixmethode und Hauptebenenkonzept
- Theorie einfacher optischer Bauelemente (dünne und dicke Linsen, dispersiver Elemente (Prismen), etc.)
- Grundlagen der Aberrationstheorie (monochromatische, chromatische)
- Grundlagen der Wellenoptik und deren mathematisch-physikalischer Beschreibung: Wellengleichung, Interferenz, Beugungstheorie, Polarisation, Abbe'sche Theorie der Abbildung
- Theorie optischer Instrumente und Geräte (Mikroskop, Teleskope, etc.) und derer Anwendungen

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden...

- können die analytische und didaktische Herangehensweise zum Lösen von Aufgaben aus der Geometrischen Optik und Wellenoptik anwenden
  - können die Funktionsweise einfacher optischer Komponenten (dünne Linse, dicke Linse, dispersive Elemente) verstehen und beschreiben
  - können die Grundprinzipien der geometrischen Optik wiedergeben und auf praxisrelevante Beispiele anwenden
  - können mit der Matrixmethode und dem Hauptebenenkonzept optisch komplexe Systeme auslegen und berechnen
  - können die grundlegenden Phänomene der Wellenoptik (Interferenz, Beugung, Polarisation) beschreiben und interpretieren
  - können die grundlegenden Phänomene der Wellenoptik auf praxisrelevante Problemstellungen (z.B. die Berechnung eines optischen Gitters oder die Auslegung eines Interferometers) anwenden
  - können die Funktionsweise einfacher optischer Instrumente (z.B. Teleskop, Mikroskop, etc.) verstehen und beschreiben
  - können Kenngrößen optischer System berechnen
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Vorlesung Optik und optische Technologien (Prüfungsnummer: 45602)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Michael Schmidt, 2. Prüfer: Florian Klämpfl

---

---

**Modulbezeichnung: Praktikum FAPS (P-FAPS) 2.5 ECTS**  
(FAPS Handson Session)

Modulverantwortliche/r: Jörg Franke  
Lehrende: Jörg Franke

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum FAPS (SS 2020, Praktikum, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Jörg Franke et al.)

---

**Inhalt:**

Die Studierenden erwerben vertiefte Kompetenzen in den praktischen Bereichen Engineering, Elektromaschinenbau, Elektronikproduktion, industrielle Entwicklung und energieeffiziente Produktion aus der Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik

Zur Belegung des Moduls wird in StudOn einer der folgenden Kurse gewählt:

- Praktikum Durchgängiges Engineering [PDE]
- Praktikum Elektromaschinenbau [EMB-P]
- Praktikum energieeffiziente Produktion [EEP] Im SoSe zusätzlich:
- Praktikum industrielle Entwicklung [PiE]
- Produktionstechnologien dreidimensionaler Schaltungsträger [ProMID]
- Praktikum Produktionstechnologien für die Leistungselektronik [PEPLab].

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden erwerben vertiefte Kompetenzen in den praktischen Bereichen Engineering, Elektromaschinenbau, Elektronikproduktion, industrielle Entwicklung und energieeffiziente Produktion aus der Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum FAPS (Prüfungsnummer: 48951)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

siehe StudOn

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Jörg Franke

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Fertigungsmesstechnik (PR FMT)** **2.5 ECTS**  
(Laboratory Manufacturing Metrology)

Modulverantwortliche/r: Tino Hausotte  
Lehrende: Florian Wohlgemuth

Startsemester: SS 2020                      Dauer: 1 Semester                      Turnus: halbjährlich (WS+SS)  
Präsenzzeit: 30 Std.                      Eigenstudium: 45 Std.                      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Fertigungsmesstechnik (SS 2020, Praktikum, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Tino Hausotte et al.)

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Grundlagen der Messtechnik

**Inhalt:**

Das Praktikum besteht aus folgenden fünf Versuchen:

[**Mikro- und Nanomesstechnik (MNMT)**][https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse\\_11](https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_11)

- Beschreibung von grundlegenden Eigenschaften und Besonderheiten der Mikro- und Nanomesstechnik,
- Einführung in die Grundlagen der Rastersondenmikroskopie,
- Aufzeigen der Vorteile und Grenzen der Rastersondenmikroskopie,
- Aufnahmen und Darstellen kleinster Strukturen in einem Bereich von  $< 0,5 \mu\text{m}$  unter Verwendung eines Rastersondenmikroskops.

[**Röntgen-Computertomografie (RCT)**][https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse\\_21](https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_21)

- Einführung in die Verwendung der Röntgencomputertomografie für die geometrische Messtechnik,
- Simulation röntgencomputertomografischer Messungen mit aRTist (Software der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung),
- Messtechnische Auswertung röntgencomputertomografischer Messdaten mit VG StudioMax

[**Streifenlichtprojektionsmesstechnik (SLPMT)**][https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse\\_23](https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_23)

- Einführung in die physikalischen und technischen Grundlagen zur Streifenlichtprojektionsmesstechnik,
- Aufzeigen von Vorteile sowie Grenzen dieser Messtechnik,
- Durchführung von Messungen zu typischen Messaufgaben der Streifenlichtprojektions-messtechnik unter Verwendung geeigneter Bauteile,
- Eigenständige Bearbeitung praktischer Übungen zur Aufnahme von Oberflächen unter Verwendung der Streifenlichtprojektions-messtechnik.

[**Taktile Formmesstechnik (TFMT)**][https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse\\_25](https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_25)

- Einführung in die dimensionelle bzw. geometrische Formmesstechnik am Beispiel der Rundheitsmessung eines Motorkolbens,
- Kennenlernen zwei unterschiedlicher Messverfahren (manuelle Messung unter Verwendung von Prismen und inkrementellen Feinzeigers, maschinelle Messung mittels Formmessgerät),
- Auswertung und Vergleich der beiden Messverfahren zur Formmesstechnik.

[**Optische Messung von Mikrobauteilen (OMM)**][https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse\\_15](https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_15)

- Einführung in die dimensionelle bzw. geometrische, optische Mikrokoordinatenmesstechnik,

- Kennenlernen und Anwenden der Bild-verarbeitungssensorik des Multisensormessgerätes Werth Videocheck IP 250 mit Auflösungen im Bereich  $0,1 \mu\text{m}$  für verschiedene Messaufgaben an einer Leiterplatte und einem Drehteil,
- Darstellen und Auswerten der Messergebnisse,
- Messunsicherheits-betrachtung für das Messverfahren.

[**Interferometrische Längenmesstechnik (ILMT)**][https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse\\_7](https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_7)

- Kennenlernen des Abbe-Komparators und des Prinzips, auf dem dieses Messgerät basiert.
- Einführung in die physikalischen und ingenieurstechnischen Grundlagen der interferometrischen Längenmessung.
- Einblicke in die Funktionsweise und Einsatzbereiche der Interferometrie, der zugrundeliegenden Signalentstehung sowie der Signalauswertung.
- Kennenlernen des Einflusses der Umweltparameter, der Korrektur dieses Einflusses und die aus diesem Einfluss resultierende Begrenzung der Messgenauigkeit.

#### **Lernziele und Kompetenzen:**

##### **Mikro- und Nanomesstechnik (MNMT)**

Die Studierenden

- kennen die Haupteinsatzgebiete der Mikro- und Nanomesstechnik sowie verschiedene Messverfahren innerhalb dieses Messgebietes,
- kennen die grundlegende Wirkweise und den Aufbau eines Rastersondenmikroskops,
- kennen die Grenzen sowie die technischen Einschränkungen dieser Messtechnik,
- können Strukturen mit einem Rastersondenmikroskop erfassen und die Ergebnisse angemessen darstellen.

##### **Röntgen-Computertomografie (RCT)**

Die Studierenden

- können den Aufbau, die Funktionsweise und die physikalischen Grundlagen eines industriellen Computertomographiesystems erklären (Anlagentechnik, Eigenschaften und Wechselwirkung von Röntgenstrahlung, Rekonstruktion),
- können die messtechnische Auswertung und Verwendung der rekonstruierten Volumendaten erklären (Segmentierung, Merkmalsauswertung),
- kennen die verschiedenen messtechnischen Artefakte bei der Verwendung der Röntgencomputertomografie und Möglichkeiten zu ihrer Begrenzung,
- können unter Verwendung der Software aRTist eine röntgencomputertomografische Simulation starten und die entstehenden Volumendaten mit VG Studio Max auswerten.

##### **Streifenlichtprojektionsmesstechnik (SLPMT)**

Die Studierenden

- können den Aufbau, die Funktionsweise und die technischen Komponenten eines Streifenlichtprojektions-messsystems beschreiben und erklären,
- kennen die Grenzen dieser Messtechnik in Bezug auf die Oberflächenbeschaffenheit und die Form der zu messenden Bauteile,
- können eigenständig Messungen mit dem Messgerät GOM ATOS Core oder vergleichbaren Messgeräten durchführen,
- kennen grundlegende Auswertemöglichkeiten der aufgenommenen Datensätze unter Verwendung der Software GOM Inspect.

##### **Taktile Formmesstechnik (TFMT)**

Die Studierenden

- kennen die Haupteinsatzgebiete der taktilen Formmesstechnik,
- kennen die grundlegende Funktionsweise und die prinzipiellen Unterschiede und Grenzen der einzelnen Rundheitsmessverfahren,

- können die Rundheit an Werkstücken erfassen,
- können die Messergebnisse darstellen und angemessen bewerten.

### **Optische Messung von Mikrobauteilen (OMM)**

Die Studierenden

- kennen grundlegende Messverfahren der Mikrokoordinatenmesstechnik,
- können unter Anleitung verschiedene Messaufgaben mit dem Werth Videocheck IP 250 durchführen,
- können die Messergebnisse angemessen darstellen und die Einflüsse auf das Messergebnis benennen,
- können eine einfache Messunsicherheitsbetrachtung nach GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) durchführen und ein vollständiges Messergebnis angeben.

### **Interferometrische Längenmesstechnik (ILMT)**

Die Studierenden

- können den Aufbau und die Funktionsweise von einem Abbe-Komparator beschreiben.
- können den Aufbau, die Funktionsweise und die physikalischen Grundlagen eines Michelson Interferometers beschreiben.
- können die Länge eines Werkstücks mithilfe eines Abbe-Komparators bestimmen und die Messung mit Hilfe eines Michelson-Interferometer überprüfen.
- Können den Einfluss der Umweltparameter auf eine Messung mit einem Michelson Interferometer näherungsweise berechnen.

---

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### **[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Fertigungsmesstechnik (Prüfungsnummer: 48971)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Die Prüfungsleistung wird durch Ableistung der 5 Praktikumsversuche bestehend aus Antestat, Versuchsdurchführung und Abtestat (Bericht) erbracht.

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Tino Hausotte

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum KTmfk/Rechnerunterstützte Produktentwicklung (P-KTmfk)** **2.5 ECTS**  
(Practical Computer Aided Engineering)

Modulverantwortliche/r: Sandro Wartzack  
Lehrende: Björn Heling

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Rechnerunterstützte Produktentwicklung (SS 2020, Praktikum, 2 SWS, Björn Heling et al.)

---

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Technische Darstellungslehre I

---

**Inhalt:**

Mehrkörpersimulation, CAD-Modellierung, Bildkorrelation, Data Mining, Toleranzsimulation

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

Im Rahmen des Praktikums RPE werden den Studierenden Kenntnisse über Rechnerunterstützte Produktentwicklung durch Computer Aided Engineering (CAE) vermittelt. Wesentlicher Lehrinhalt des Praktikums sind ebenfalls Theorie und Einsatz der rechnerbasierten Werkzeuge. In den sechs Versuchen wird ein Grundwissen zu den eingesetzten rechnergestützten Werkzeugen vermittelt, insbesondere Wissen über:

- rechnerunterstützte Berechnungsmethoden (Computer Aided Engineering - CAE)
- rechnerunterstützte Produktmodellierung durch Computer Aided Design (CAD) (Varianten, Parametrik, Produktfamilien, Regeln)
- Additive Fertigungsverfahren (Weiterverarbeitung von virtuellen Produktmodellen, vom CAD-Modell zum Funktionsprototypen)
- den Prozessablauf von selektivem Lasersintern (SLS). Verfahrensvarianten. theoretische Grundlage zum SLS. Quasi-isothermes Lasersintern
- Strömungssimulationen auf Basis eines CAD-Flächenmodells
- strömungstechnische Grundlagen (Prinzip des Drehmoment-Wandlers, Läuferrad)
- die Grundlagen sowie Anwendungsfelder der Finiten Elemente Methode (FEM) zur numerischen Entwurfsbewertung
- Verfahren der Mehrkörpersimulation (MKS)
- Festkörpermechanik und Schwingungslehre
- den Lagrange-Formalismus, Redundante Koordinaten, Minimalkoordinaten, Lagrange-Modell

*Verstehen*

Die Studierenden erwerben Verständnis auf Basis des gewonnenen Wissens, indem sie im Rahmen der praktischen Tätigkeiten Aufgabenstellungen abstrahieren und wesentliche Inhalte herausstellen. Im Rahmen der sechs Versuche sind vor allem folgende Erkenntnisse bedeutend:

- Verstehen von parametrischen CAD-Modellen
- Verstehen von Mehrkörpermodellen und -simulationen
- Verstehen von CFD-Simulationen
- Verstehen des Fertigungsverfahrens selektives Laserstrahlsintern (SLS)
- Verstehen von FEM-Simulationen, insbesondere der Verformungs- und Spannungsanalyse

*Anwenden*

Im Rahmen des Praktikums RPE wenden die Studierenden das Gelernte an, um virtuelle Produktmodelle und durch Rapid Prototyping hergestellte Bauteile zu analysieren sowie Modelle zu parametrisieren. Grundlage für derartige Berechnungen ist das in den Theorieteil der Versuchsbeschreibungen vermittelte Wissen. Im Rahmen der sechs Versuche wenden die Studierenden

unter Anleitung folgende Verfahren an:

- Versuch 1: Modellierung von Bauteilen und Baugruppen. Parametrisierung von CAD-Modellen. Erstellen von Familientabellen (Varianten ableiten). Implementieren von Regeln.
- Versuch 2: Modellierung eines Mehrkörpermodells. Parametrisieren des Modells. Erzeugen der kinematischen Verbindungen. Einpflegen von Formeln. Durchführen einer Kinematiksimulation. Erstellen von Weg/Geschwindigkeit/Beschleunigung-Zeit-Diagrammen.
- Versuch 3: Geometriaufbereitung und Diskretisierung eines CFD-Modells. Modellrandbedingungen implementieren (Definition des strömenden Mediums, Interfacebeschreibung, Druckdefinition, Definition von Messpunkten, Solvereinstellungen wählen).
- Versuch 4: CAD-Datenaufbereitung für das SLS. Positionierung des Bauteils im Maschinenraum.
- Versuch 5: Verformungs- und Spannungsanalyse am Gesamtmodell des Läuferades. Eigenfrequenzanalyse am Gesamtmodell des Läuferades. Verformungs- und Spannungsanalyse am Einzelschaufelmodell. Eigenfrequenzanalyse am Einzelschaufelmodell. Analytische Berechnungen (Wärmedehnung der Einzelschaufel, Schraubenvorspannkraft, Druckkraft des Fluids auf die Einzelschaufel, Fliehkraft im Schaufelfuß infolge Turbinenrotation, Eigenfrequenzen der Einzelschaufel).
- Versuch 6: Berechnung der Massenträgheitsmomente, Schwerpunktsberechnung, Berechnung der potentiellen und kinetischen Energie, Bestimmen der notwendigen Zwangsbedingungen, Bestimmung des Konfigurationsvektors, Bestimmung der Gesamtenergie.

#### *Analysieren*

Die Studenten verstehen Zusammenhänge durch das Aufzeigen von Querverbindungen zu den Kompetenzen, die in Fächern wie Praktische Produktentwicklung mit 3D-CAD-Systemen, Strömungsmechanik, Mehrkörperdynamik oder Technischer Mechanik erworben werden.

#### *Evaluieren (Beurteilen)*

Die Studierenden erlernen Möglichkeiten und Verfahren zur Auswertung von Simulationsergebnissen der MKS und FEM. Diese beinhalten insbesondere das Lesen und Bewerten von Diagrammen wie beispielsweise Kraft-Weg-Kurven, Geschwindigkeits- oder Beschleunigungsverläufen:

- Überprüfen der Laufruhe von Kurbeltrieben anhand von Ergebnissen numerischer Integration
- Beurteilen günstiger Positionen von Messpunkten
- Einschätzen der Auswirkungen von Bauteileigenfrequenzen

#### *Erschaffen*

Die Studierenden werden befähigt, anhand der erlernten Grundlagen CAD- und CAE-Modelle zur Simulation anderer Problemstellung zu erstellen. Dies beinhaltet insbesondere:

- Erstellen parametrisierter CAD-Modelle
- Erstellen von Mehrkörpersimulationsmodellen
- Erstellen von CFD-Modellen zur Lösung strömungsmechanischer Problemstellungen
- Gestalten von Bauteilen für generative Fertigungsverfahren wie selektives Lasersintern
- Erzeugen von FEM-Modellen zur Durchführung von Spannungs- und Verformungsanalysen
- Simulation von dynamischen Mehrkörpersystemen auf Basis des Lagrange-Formalismus

#### *Lern- bzw. Methodenkompetenz*

Die Studierenden werden befähigt, selbständig die aufgeführten rechnerunterstützten Werkzeuge einzusetzen. Grundlage hierfür bilden die theoretischen Grundlagen und Versuchsanleitungen der Praktikumsunterlagen. Der sichere Umgang beim praktischen Einsatz des Lerninhalts wird durch die Unterstützung der Betreuer und studentischen Tutoren ermöglicht.

#### *Selbstkompetenz*

Die Studierenden werden im Praktikumsbetrieb zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen befähigt. Weiterhin erlernen die Studierenden eine objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. beim Kolloquium zum Beginn jeder Übungseinheit) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. bei der Diskussion von Lösungen in Kleinstgruppen).

#### *Sozialkompetenz*

Die Studierenden erarbeiten selbständig die Praktikumsziele, wobei die Möglichkeit besteht, in Kleinstgruppen gemeinsam Lösungswege für die gestellten Praktikumsaufgaben zu erarbeiten. In der

gemeinsamen Diskussion geben Betreuer, studentische Tutoren und Kommilitonen wertschätzendes Feedback.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum KTmfk/Rechnerunterstützte Produktentwicklung (Prüfungsnummer: 48901)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Für den Erwerb des Scheins als Dokumentation der erbrachten Studienleistung müssen die abgelegten Versuche von den Betreuern erfolgreich testiert sein.

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Sandro Wartzack

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Lasertechnik (LTPrak)** **2.5 ECTS**  
 (Lab Course Laser Technology)

Modulverantwortliche/r: Tobias Staudt  
 Lehrende: Karen Schwarzkopf, Tobias Staudt

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 20 Std.	Eigenstudium: 55 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Lasertechnik (SS 2020, Praktikum, Anwesenheitspflicht, Tobias Staudt et al.)

---

**Inhalt:**

Das Lasertechnische Praktikum umfasst verschiedene Experimente aus dem Bereich der Lasermaterialbearbeitung. Es soll theoretische Kenntnisse in Lasertechnik und laserbasierten Prozessen vermitteln und diese in interessanten Versuchen mit Praxiserfahrung untermauern. Jeder Student nimmt an fünf Terminen teil: Einer Kurzvorlesung, in der Grundlagen der Laserbearbeitung erklärt bzw. wiederholt werden und vier praktischen Versuchen. Die einzelnen Versuche sind konsekutiv und bauen aufeinander auf:

- Lasertechnische Grundlagen (Vorlesung)
- Diodengepumpte Festkörperlaser
- Simulation von Laserprozessen
- Laserbasierte Additive Fertigung
- Sensorik in der Laserbearbeitung
- Materialbearbeitung mit Ultrakurzpuls-Lasern
- Optische Kohärenztomografie

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden...

- können Probleme welche beim Einsatz der Laserstrahlung in der Praxis auftreten zusammenfassen
  - können darstellen welche Prozessparameter in der realen Anwendung zu welchen Ergebnissen führen
  - können beschreiben wie ein Lasermaterialbearbeitungsprozess simuliert werden kann
  - kennen Sicherheitsvorkehrungen welche beim Einsatz von Laserstrahlung beachtet werden müssen
  - können die Anwendung ultrakurzer Laserpulse in der Praxis erläutern
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Lasertechnik (Prüfungsnummer: 48931)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

- Zum Bestehen müssen 4 Praktikumsberichte verfasst und diese abgenommen worden sein.
- Die Struktur der Berichte und die Berichtslänge (5 - 15 DIN A4 Seiten) ist je nach Versuch und Gruppe unterschiedlich.

Erstablegung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Michael Schmidt, 2. Prüfer: Florian Klämpfl

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum REP (P-REP)** **2.5 ECTS**  
(Practical Training REP)

Modulverantwortliche/r: Nico Hanenkamp, Nicolai Ostrowicki  
Lehrende: Nico Hanenkamp, Nicolai Ostrowicki

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 35 Std.	Eigenstudium: 40 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum REP (SS 2020, Praktikum, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Nico Hanenkamp et al.)

---

**Inhalt:**

Die Studierenden erwerben vertiefte Kompetenzen in den praktischen Bereichen:

- Ressourceneffiziente Gestaltung der Frässtrategie in der Zerspannung
- Grundlagen der CNC-Fräsbearbeitung
- Einfluss von Schnittparameter auf die Oberflächenqualität beim Stirnfräsen
- Simulation und Optimierung von Frässtrategien mit CAD/CAM
- Zerspankraftmessung
- Optimierung von Rüstvorgängen in der Produktion

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden erwerben vertiefte praktische Kompetenzen in den oben genannten Bereichen.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum REP (Prüfungsnummer: 48961)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Die Prüfungsleistung wird durch Ableistung der Praktikumsversuche bestehend aus Antestat, Versuchsdurchführung und Abtestat (Bericht) erbracht.

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Nico Hanenkamp

---

**Organisatorisches:**

Die Anmeldung und die Bereitstellung der Kursunterlagen erfolgt über StudOn.

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Technische Mechanik (PTM)** **2.5 ECTS**  
 (Engineering Mechanics - Practical course)

Modulverantwortliche/r: Kai Willner  
 Lehrende: Ludwig Herrnböck

---

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 15 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Technische Mechanik (SS 2020, Praktikum, 4 SWS, Anwesenheitspflicht, Ludwig Herrnböck)

---

**Inhalt:**

- Einführung in das Programmpaket Abaqus
- Modellverwaltung, Geometrieerstellung, Diskretisierung
- Definition von Lasten und Randbedingungen
- Definition von Kontakten

Linear-elastische Analysen

- Verformungen, Verzerrungen und Spannungen
- Einfluss von Elementtyp und Netzdicke

Nichtlineare Analysen

- Große Deformationen und Plastizität
- Kontaktprobleme

Dynamische Analyse

- Eigenwertberechnung
- Nichtlineares Kontaktproblem im Zeitbereich

UserElemente

- Steifigkeits- und Massenmatrix eines HEX8-Elements in MATLAB
- Postprocessing

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- kennen den grundlegenden Aufbau eines kommerziellen FE-Programmsystems
  - können problemangepasste FE-Modelle erstellen
  - können problemangepasste Lasten und Randbedingungen definieren
  - verstehen den konzeptionellen Unterschied zwischen linearen und nichtlinearen Beanspruchungsanalysen
  - können problemorientiert einen geeigneten Lösungsalgorithmus auswählen
  - können die Berechnungsergebnisse bewerten, kritisch hinterfragen und gezielt Modellanpassungen durchführen
  - können isoparametrische Elementdefinitionen als User-Element in einen gegebenen FE-Code implementieren, überprüfen und bewerten
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Technische Mechanik (Prüfungsnummer: 48911)

(englische Bezeichnung: Engineering mechanics - practical course)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Leistungsschein wird nach vollständigen An- und Abtestat aller Versuche (mit Versuchsberichten) ausgestellt

Erstabelleung: SS 2020, 1. Wdh.: keine Wdh.

1. Prüfer: Kai Willner

---

---

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Umformtechnik (P-UT)** **2.5 ECTS**  
 (Practical Training in Forming Technology)

Modulverantwortliche/r: Marion Merklein

Lehrende: Marion Merklein, Assistenten des LFT

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: halbjährlich (WS+SS)

Präsenzzeit: 30 Std.

Eigenstudium: 45 Std.

Sprache:

---

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Umformtechnik (SS 2020, Praktikum, Anwesenheitspflicht, Marion Merklein et al.)

---

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Umformtechnik

---

**Inhalt:**

Das Praktikum dient zur Vertiefung der im Studium theoretisch vermittelten Lehrinhalte im Bereich der Umformtechnik. Durch die Durchführung praktischer Versuche erhalten die Studenten Einblick in die unterschiedlichen Prozesse zur Herstellung moderner Produkte. Dies umfasst neben dem computergestützten Design, die Simulation, das Einstellen und die Programmierung moderner Werkzeugmaschinen und Fertigungsanlagen bis hin zur Qualitätssicherung. (Details siehe Einzelversuche). Die Inhalte bauen auf den beiden Grundlagenpraktika "Fertigungstechnisches Praktikum I&II" auf.

Ablauf:

1. Vorbereitung auf den Einzelversuch anhand des Skriptes und der empfohlenen Literatur
2. Durchführung eines elektronischen Antestats
3. Durchführung des Einzelversuches
4. Anfertigen einer schriftlichen Ausarbeitung zu den erzielten Versuchsergebnissen
5. Ggf. Nachbesserung nach Durchsicht
6. Erteilung des Abtestats jedes Einzelversuchs auf StudOn
7. Scheinerwerb durch Lernfortschritt auf StudOn

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

- Die Studierenden sind in der Lage ausgewählte Fertigungsverfahren der Umformtechnik und Kunststoffverarbeitung zu beschreiben.
- Die Studierenden können Vorgehensweise und Prinzip ausgewählter Methoden zur Werkstoffcharakterisierung auflisten und darlegen.
- Die Studierenden können ausgewählte Verfahren der Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik beschreiben und definieren.

*Verstehen*

- Die Studierenden sind in der Lage, die behandelten Verfahren der Fertigungstechnologie, Werkstoffcharakterisierung, Kunststoffverarbeitung und Fertigungsautomatisierung darzulegen und zu verstehen.

*Analysieren*

- Die Studierenden sind in der Lage die behandelten Verfahren der Umformtechnik, Werkstoffcharakterisierung, Kunststoffverarbeitung und Fertigungsautomatisierung zu differenzieren und zu charakterisieren.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Umformtechnik (Prüfungsnummer: 48941)

Untertitel: Practical Training in Forming Technology Studienleistung, Praktikumsleistung  
weitere Erläuterungen:

Die Prüfungsleistung wird durch Ableistung von mindestens 6 Praktikumsversuchen bestehend aus Antestat, Versuchsdurchführung und Abtestat (Bericht) erbracht.

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Marion Merklein

---

**Bemerkungen:**

Anmeldung: über StudOn

**Modulbezeichnung:** **Praktikum Technische Dynamik - Modellierung, Simulation und Experiment (DP-MSE)** 2.5 ECTS

(Dynamical laboratory - Modeling, simulation and experiment)

Modulverantwortliche/r: Sigrid Leyendecker

Lehrende: Sigrid Leyendecker, wissenschaftliche Mitarbeiter/innen

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 30 Std.

Eigenstudium: 45 Std.

Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

Praktikum Technische Dynamik - Modellierung, Simulation und Experiment (WS 2019/2020, Praktikum, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Sigrid Leyendecker et al.)

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Statik und Festigkeitslehre

**Inhalt:**

Die Versuche umfassen numerische Simulationen mit Matlab, gekoppelte Pendel (und Schwebung), ein Gyroskop (Lagrange-Kreisel), einen balancierenden Roboter auf zwei Rädern, sowie einen Knickarmroboter

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

Die Studenten kennen grundlegende reale mechanische Systeme und Möglichkeiten, diese mit Hilfe mathematischer Modelle zu simulieren.

*Verstehen*

Die Studenten verstehen, warum ein mathematisches Modell nie die Realität exakt abbilden kann.

*Anwenden*

Die Studenten können für ein gegebenes dynamisches System ein mathematisches Modell entwerfen und dieses mit Hilfe numerischer Methoden anwenden.

*Analysieren*

Die Studenten können Abweichungen der Messdaten von den numerischen Simulationsergebnissen analysieren.

*Evaluiieren (Beurteilen)*

Die Studenten können numerische Simulationsergebnisse validieren und Modellparameter identifizieren.

*Erschaffen*

Die Studenten können zu einem neuen, komplexen dynamischen System ein hinreichend genaues mathematisches Modell bilden, dieses durch numerische Simulation mit realen Messdaten vergleichen und ggf. verbessern.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2018w | Gesamtkonto | Praktikum der Fachwissenschaft)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Praktikum Technische Dynamik (Prüfungsnummer: 48921)

(englische Bezeichnung: Dynamical laboratory)

Untertitel: Modellierung, Simulation und Experiment

(englischer Untertitel: Modeling, simulation and experiment)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Es gibt einen zentralen Programmierversuch, sowie fünf Versuche am realen Experiment, einschließlich numerischer Modellierung. Zum Scheinerwerb müssen alle sechs Versuche bestanden sein.

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: keine Wdh.

1. Prüfer: Sigrid Leyendecker

---

**Bitte beachten Sie:**

### ***Veränderungen des Lehrangebots bedingt durch COVID-19***

Das Modulhandbuch in der vorliegenden Fassung geht von einem regulären Start des Sommersemesters 2020 aus. Bedingt durch die Ausbreitung von COVID-19 können sich Änderungen dahingehend ergeben, dass es ein virtualisiertes Angebot ohne Präsenzveranstaltungen am Fachbereich geben wird. Ist dies der Fall, so wird es zu einigen Veränderungen des Lehrangebots kommen. Wir sind aktuell bemüht, ein virtualisiertes Angebot zu erstellen, das es Ihnen ermöglicht, Ihr Studium fortzusetzen. Das gilt in erster Linie für den Pflichtbereich Ihres Studiums. Im Wahlbereich sind Einschränkungen möglich. Gleichwohl wird es auch hier ein hinreichend großes Angebot geben.

Informationen, ob und auf welche Art ein Modul stattfindet (und geprüft wird), werden ab Anfang April in den jeweiligen Kursen auf Studon zur Verfügung gestellt. Treten Sie daher unbedingt den Kursen bei, die Sie dieses Semester besuchen möchten.

Weitere aktuelle Informationen entnehmen Sie bitte den Webseiten der Lehrstühle und der Informationsseite der Universität [www.fau.info/corona](http://www.fau.info/corona).

## Abkürzungsverzeichnis

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
h	Stunden
HS	Hauptseminar
K	Kolloquium
P	Praktikum
SL	Studienleistungen
S	Seminar
SS	Sommersemester
SWS	Semesterwochenstunden
T	Tutorium
Ü	Übung
V	Vorlesung
WiWi	Wirtschaftswissenschaften
WS	Wintersemester

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-54203	<b>Berufs- und wirtschaftspädagogische Didaktik I (BWD I) (gültig für Studierende mit Studienbeginn ab WS 2017/18)</b> (Instructional design for vocational education and training I)	<b>10 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Berufs- und Wirtschaftsdidaktik I (1 SWS) Universitätsschule WD I (4 SWS) <b>(Anwesenheitspflicht in allen Veranstaltungen)</b>	5 ECTS 5 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Wilbers und Mitarbeitende	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Wilbers	
5	<b>Inhalt</b>	Universitätsschule/Blended-Learning-Design: Mentorierte Veranstaltungen an vier Universitätsschulen werden kombiniert mit Selbststudium und Präsenzblockveranstaltungen an der Universität sowie weiteren curricularen Elementen. a) Entwicklung und Bewertung einer didaktischen Grundidee für berufs- und wirtschaftspädagogische Settings b) Didaktische Grobplanung von berufs- und wirtschaftspädagogischen Settings c) Didaktische Feinplanung von berufs- und wirtschaftspädagogischen Settings d) Evaluation und Revision von berufs- und wirtschaftspädagogischen Settings	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden a) entwickeln und bewerten didaktische Grundideen für berufs- und wirtschaftspädagogische Settings in der Mentoringgruppe der Universitätsschule b) planen berufs- und wirtschaftspädagogische Settings in der Mentoringgruppe der Universitätsschule c) evaluieren und revidieren berufs- und wirtschaftspädagogische Settings in der Mentoringgruppe der Universitätsschule d) präsentieren Problemlösungen vor Mitstudierenden im Seminar e) bewerten von Mitstudierenden vorgebrachte Problemlösungen und geben ein angemessenes Feedback im Seminar	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Bachelor a) Grundlagen der Wirtschafts- und Betriebspädagogik (GWB) b) Schulpraktische Studien (SPS)	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1. und 2. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik für Studierende mit Studienbeginn ab WS 2017/18: Pflichtbereich Master Berufspädagogik E-Technik	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Hausarbeit und Klausur (60 min.)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Hausarbeit 50 % Klausur 50 %	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im WSBWD I und II bauen aufeinander auf und können auf keinen Fall in umgekehrter Reihenfolge studiert werden.	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenz: 75 h Eigenstudium: 225 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch und Englisch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.	

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-54204	<b>Berufs- und wirtschaftspädagogische Didaktik II (BWD II) (gültig für Studierende mit Studienbeginn ab WS 2017/18)</b> (Instructional design for vocational education and training II)	<b>10 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Berufs- und Wirtschaftsdidaktik II (1 SWS) Universitätsschule WD II (4 SWS) <b>(Anwesenheitspflicht in allen Veranstaltungen)</b>	5 ECTS 5 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Wilbers und Mitarbeitende	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Wilbers	
5	<b>Inhalt</b>	Universitätsschule/Blended-Learning-Design: Mentorierte Veranstaltungen an vier Universitätsschulen werden kombiniert mit Selbststudium und Präsenzblockveranstaltungen an der Universität sowie weiteren curricularen Elementen. a) Entwicklung und Bewertung einer didaktischen Grundidee für berufs- und wirtschaftspädagogische Settings b) Didaktische Grobplanung von berufs- und wirtschaftspädagogischen Settings c) Didaktische Feinplanung von berufs- und wirtschaftspädagogischen Settings d) Evaluation und Revision von berufs- und wirtschaftspädagogischen Settings	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden a) entwickeln und bewerten didaktische Grundideen für berufs- und wirtschaftspädagogische Settings in der Mentoringgruppe der Universitätsschule b) planen berufs- und wirtschaftspädagogische Settings in der Mentoringgruppe der Universitätsschule c) evaluieren und revidieren berufs- und wirtschaftspädagogische Settings in der Mentoringgruppe der Universitätsschule d) präsentieren Problemlösungen vor Mitstudierenden im Seminar e) bewerten von Mitstudierenden vorgebrachte Problemlösungen und geben ein angemessenes Feedback im Seminar	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Bachelor a) Grundlagen der Wirtschafts- und Betriebspädagogik (GWB) b) Schulpraktische Studien (SPS)	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1. und 2. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik für Studierende mit Studienbeginn ab WS 2017/18: Pflichtbereich Master Berufspädagogik E-Technik	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Hausarbeit und Klausur (60 min.)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Hausarbeit 50 % Klausur 50 %	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im SoSe; BWD I und II bauen aufeinander auf und können auf keinen Fall in umgekehrter Reihenfolge studiert werden.	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenz: 75 h Eigenstudium: 225 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch und Englisch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.	

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-54211	(Grund- und Erstausbildung – Ersatzmodul): <b>Diversität, Sprache und Inklusion als Herausforderung für die berufliche Aus- und Weiterbildung</b> (Diversity, language and inclusion as challenging aspects of vocational education and training)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	V: Diversität, Sprache und Inklusion als Herausforderung für die berufliche Aus- und Weiterbildung (2 SWS) Ü: Bildungskonzepte unter Berücksichtigung von Diversität, Mehrsprachigkeit und Inklusion gestalten (2 SWS) S: Virtuelles interaktives Begleitseminar (1SWS)	5 ECTS
3	<b>Dozentin bzw. Dozent</b>	Prof. Kimmelman	

4	<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Kimmelman
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmale und Auswirkungen menschlicher Diversität auf Bildungskonzepte, -einrichtungen, -prozesse und -erfolg</li> <li>• Diversity Management in Schule, Betrieb und Bildungsorganisationen der beruflichen Aus- und Weiterbildung</li> <li>• Sprache als Determinante von beruflicher Aus- und Weiterbildung</li> <li>• Konzepte der Sprachförderung in Schule, Betrieb und beruflicher Weiterbildung</li> <li>• Inklusion als Bildungsauftrag beruflicher Aus- und Weiterbildung</li> <li>• Konzepte der Umsetzung von Inklusion in berufsbildenden Kontexten</li> <li>• Die neue Rolle pädagogischer Professionals vor dem Hintergrund von Diversität, Sprache und Inklusion als Herausforderungen der beruflichen Aus- und Weiterbildung</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden...:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen die Relevanz von Diversität, Sprache und Inklusion für die Planung und Gestaltung von Bildungskonzepten bzw. -prozessen</li> <li>• Können anhand von Problemstellungen relevante Planungsaspekte mit Blick auf Diversität, Sprache und Inklusion herausfiltern und definieren relevante theoretische Bezugspunkte für die Problemstellung</li> <li>• Können Schulen/Betriebe/Bildungseinrichtungen bzw. ihre Strukturen und Prozesse hinsichtlich der Berücksichtigung von Diversität, Sprache und Inklusion bewerten</li> <li>• Können Konzepte für die berufliche Aus- und Weiterbildung planen, welche auf die Faktoren Diversität, Sprache und Inklusion im Besonderen eingehen</li> <li>• Entwickeln bildungsdidaktische und -strategische Positionen zum Umgang mit Diversität, Sprache und Inklusion in der beruflichen Aus- und Weiterbildung</li> <li>• Setzen sich mit ihrer eigenen Haltung mit Blick auf Diversität, Mehrsprachigkeit und Inklusion selbstkritisch auseinander</li> <li>• Können die bildungspolitische Relevanz von Diversität, Sprache und Inklusion einschätzen</li> </ul>
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für</b>	keine

	<b>die Teilnahme</b>	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1. Semester
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung I: Pflichtbereich; Studienrichtung II: Pflichtbereich Master Berufspädagogik E-Technik
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Min.)
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Klausur 100 %
12	<b>Turnus des Angebots</b>	immer im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenz: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch und Englisch
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-54221	<b>Empirische Forschung in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik (EF)</b> (Empirical research in vocational education and training)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Empirische Forschung in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik I – Quantitative Forschung (1 SWS) S: Empirische Forschung in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik II – Qualitative Forschung (1 SWS) S: Werkstattseminar Empirische Forschung (1 fünfstündiger Block)	
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Wilbers und Dr. Hahn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Wilbers
5	<b>Inhalt</b>	Im Rahmen der beiden Seminare werden die Prozessschritte qualitativer und quantitativer Forschung theoretisch grundgelegt und exemplarisch angewendet. Die Seminare bereiten auf die Umsetzung eines eigenen Forschungsprojekts vor (Werkstattbereich). Das Forschungsprojekt soll insbesondere in Anbindung an die Mentorengruppen der Universitätsschule (BWD) durchgeführt werden. Für Studierende, die das Modul BWD nicht zeitgleich belegen, wird eine alternative Möglichkeit zur Umsetzung des Forschungsprojekts angeboten. Im geblockten Werkstattseminar erfolgt eine Zwischenpräsentation des Forschungsprojekts.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden a) entwickeln eine Idee für die empirische Forschung in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik b) entwickeln und entfalten Forschungsfrage und Forschungsstand in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik c) bereiten empirische Forschung in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik vor und designen diese d) erheben Daten und werten diese aus e) reflektieren ihr Vorgehen bei der Datenerhebung und Datenauswertung in der berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung und ihr Reporting gegenüber Stakeholdern.
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Bachelor: Grundlagen der Wirtschafts- und Betriebspädagogik (GWB)
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2. Semester
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung I: Pflichtbereich: Studienrichtung II: Pflichtbereich Master Berufspädagogik Technik
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Hausarbeit zu einem Forschungsprojekt
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Hausarbeit 100 %
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenz: 35 h Eigenstudium: 115 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch und Englisch
16	<b>(Vorbereitende)</b>	keine

	<b>Literatur</b>	
--	------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-1999	<b>Masterarbeit</b> (Master's thesis)	<b>20 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Masterarbeit (0 SWS)	20 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	alle Professorinnen und Professoren des Fachbereichs alle Prüfer in den Zweitfächern	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Wilbers stellvertretend für alle Prüfer im Studiengang	
5	<b>Inhalt</b>	Erforschung und Diskussion aktueller Themen aus dem Bereich Berufs- und Wirtschaftspädagogik oder der Wirtschaftswissenschaften oder des Zweifaches, Erstellung einer Masterarbeit	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	In der Masterarbeit zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Thema bzw. eine Fragestellung aus dem Bereich der Berufs- und Wirtschaftspädagogik oder der Wirtschaftswissenschaften oder des Zweifaches selbständig mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten sowie die Erkenntnisse prägnant aufzubereiten und kompetent zu interpretieren.	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Voriger Besuch der Veranstaltungen des 1.-3. Semesters	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	4. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Masterarbeit: Schriftliche Arbeit	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Masterarbeit 100%	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jedes Semester gemäß Zeitplan und Bewerbungsverfahren auf der Homepage <a href="http://www.wipaed.rw.fau.de">www.wipaed.rw.fau.de</a>	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Eigenstudium: 600 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	6 Monate	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-54241	<b>Schulpraktische Studien II</b> (School practice studies II)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Die Schulpraktischen Studien können in zwei Varianten absolviert werden: a) Schulpraktikum traditionell <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ü: Einführung in das Schulpraktikum (1 SWS)</li> <li>• Schulpraktikum</li> </ul> b) Begleitung von Flüchtlingen und Asylsuchenden (Anrechnung eines Arbeitsvertrags in Flüchtlingsklassen) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ü: Begleitseminar (1 SWS) <b>(Anwesenheitspflicht)</b></li> </ul> Aushilfstätigkeit in Flüchtlingsklassen (Arbeitsvertrag)	1 ECTS 4 ECTS  1 ECTS 4 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Wilbers, Dr. Hahn und Lehrbeauftragte	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Wilbers	
5	<b>Inhalt</b>	Variante a) Ü: - ein allgemeiner Termin für alle Teilnehmer zur Klärung der Organisation (Hahn) - zusätzliche Termine aufgeteilt auf 5 Lehrbeauftragte: Einführung in die speziellen Anforderungen des Praktikums aus der Sicht schulischer Experten Praktikum: 25 Stunden Hospitation und 3 eigene Unterrichtsversuche oder 20 Stunden Hospitation und 4 eigene Unterrichtsversuche oder 15 Stunden Hospitation und 5 eigene Unterrichtsversuche  Variante b) Ü: Im Begleitseminar werden spezifische Probleme und eigene Erfahrungen der Beschulung in Flüchtlingsklassen ausgetauscht und gemeinsam Lösungsmöglichkeiten auf der Basis theoretischer Reflexion entwickelt. Praxis: Es wird ein Aushilfsvertrag mit einer Schule zur Beschulung von Flüchtlingsklassen geschlossen. Die Stunden werden vergütet. Zur Anrechnung als Schulpraktikum müssen mind. 15 Unterrichtsstunden unterrichtet werden.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden sollen - fremden Unterricht analysieren und reflektieren - Unterricht selbständig planen, durchführen und reflektieren zusätzlich zu b) - die speziellen Bedingungen des Unterrichtens in Flüchtlingsklassen erfassen und in der didaktischen Reflexion des eigenen Unterrichts berücksichtigen	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	a) Anmeldung erforderlich – siehe <a href="http://www.wirtschaftspaedagogik.de">www.wirtschaftspaedagogik.de</a> Einhaltung der terminlichen Vorgaben erforderlich – siehe Merkblatt Schulpraktikum/Master b) Es muss ein Aushilfsvertrag mit einer Schule zur Beschulung von Flüchtlingsklassen vorliegen oder in Aussicht stehen, damit das Begleitseminar besucht werden kann.	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	3. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik: Pflichtbereich Master Berufspädagogik Technik	
10	<b>Studien- und</b>	Hausarbeit: Dokumentation der Planung und Reflexion einer	

	<b>Prüfungsleistungen</b>	Unterrichtsstunde
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Hausarbeit: 100 %
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Zu a) - Veranstaltungen im Oktober/November für das Praktikum im Zeitraum November – Februar - Veranstaltungen im Dezember/Januar für das Praktikum im Zeitraum März - Mai Zu b) - jedes Semester
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Zu a) Präsenz: 15 h Eigenstudium: 135 h, davon 30 h Praktikum an einer berufsbildenden Schule Zu b) Präsenz: 15 h Eigenstudium: 135 h, davon 15 h Aushilfstätigkeit in einer Flüchtlingsklasse an einer berufsbildenden Schule
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Keine

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-77901	<b>Zweifach Berufssprache Deutsch: Basismodul (FDD) Grundlagen der Fachdidaktik Deutsch</b> (Principles of teaching methodology of the German language)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	ProS: Einführung in die Literatur-, Sprach- und Medien didaktik Deutsch (3 SWS) Übung: Übung zum Basismodul Fachdidaktik Deutsch (2 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	N. N. UnivIS >> Vorlesungsverzeichnis >> Philosophische Fakultät und Fachbereich Theologie (Phil) >> Fachwissenschaftlicher und fachdidaktischer Bereich (Nürnberg) >> Germanistik und Didaktik der deutschen Sprache und Literatur >> Fachdidaktik	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Frederking	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Basismodul vermittelt Studienanfängerinnen und-anfängern einen Überblick über zentrale Bereiche der Didaktik der deutschen Sprache und Literatur sowie der Mediendidaktik Deutsch. Es informiert über die grundlegende Fachterminologie sowie über Hilfsmittel und Arbeitsmethoden. Das Modul führt in Theorie und Praxis der Deutschdidaktik ein und bildet die Grundlage für die Module des Aufbau- und Vertiefungsstudiums.</p> <p>Das Proseminar (PS) „Einführung in die Literatur-, Sprach- und Mediendidaktik Deutsch“ gewährt vertiefte Einblicke in die drei großen Teilbereiche der Deutschdidaktik, die sich schwerpunktmäßig auf folgende Lernbereiche des Fachs Deutsch beziehen: „Sprechen und Zuhören, Schreiben einschl. Rechtschreiben, Sprache untersuchen, Texte lesen und verstehen, Medien nutzen und reflektieren“ (vgl. Kerncurriculum zu § 43 und § 63 LPO I). Es soll so die Studierenden „zum sachgerechten und schulart-spezifischen Umgang mit fachdidaktischer Theoriebildung bezogen auf Sprach-, Lese-, Literatur- und Mediendidaktik“ hinführen (vgl. LPO I Entwurf Stand 2007, § 43 und § 63).</p> <p>Die Übung (Ü) „Übung zum Basismodul Fachdidaktik Deutsch“ legt den Fokus stärker auf die praktische Erprobung einzelner Verfahren und die gemeinsame diskursive Reflexion konkreter Unterrichtsbeispiele.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erhalten einen Einblick in die zentralen Fragestellungen, Konzeptionen und Forschungsergebnisse der Deutschdidaktik,</li> <li>- werden mit den wesentlichen Methoden und Arbeitsmitteln des Faches vertraut gemacht,</li> <li>- sollen in der Lage sein, „fachdidaktische Theorien, Konzeptionen und Forschungsfragen [...] zu rezipieren, zu reflektieren und auf die fachspezifischen Lehr- und Lernbedingungen anzuwenden“ (LPO I Entwurf Stand 2007, § 33).</li> </ul>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	ab dem 1. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Berufssprache Deutsch	
10	<b>Studien- und</b>	- Die Vergabe von Leistungspunkten erfolgt nach einer	

	<b>Prüfungsleistungen</b>	Studienleistung in der Übung sowie nach erfolgreicher Teilnahme an der Abschlussklausur zum Proseminar (60 Min., teilweise Antwort-Wahl-Verfahren). Ggf. in elektronischer Form je nach Wahl der Veranstaltung durch die Studierenden.
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Note der Abschlussprüfung des Proseminars: Klausur (100 %)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im WS und SS;
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-77331	<b>Zweifach Berufssprache Deutsch: Grundlagen der Neueren deutschen Literaturwissenschaft 1 (NdL BM 1)</b> (Basics of New German Language and Literature Studies (NdL BM 1))	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Einführungsseminar: Historische Aspekte der Neueren deutschen Literatur – Modellanalysen (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	N.N.	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Niefanger und Prof. Dr. Gunnar Och	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exemplarische Darstellung von zentralen Bereichen der Literaturgeschichte</li> <li>• Einführung in die grundlegende Fachterminologie der Literaturgeschichte</li> <li>• Einführung in das Analysieren und Interpretieren neuerer deutscher Literatur</li> </ul> Das Einführungsseminar <ul style="list-style-type: none"> <li>• bietet eine exemplarische Darstellung über einzelne Bereiche des Faches (Epochen usw.)</li> <li>• erprobt die konkrete, kulturhistorisch orientierte Analyse von Dichtungen anhand von Modellanalysen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erhalten Einblick in die zentralen Fragestellungen der Neueren deutschen Literaturgeschichte</li> <li>• und erlernen in wesentlichen Zügen die konkrete Analyse literarischer Texte unterschiedlicher Gattungen und Genres</li> </ul>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1 oder 3. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Berufssprache Deutsch	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Essay (ca. 10 S.)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Essay (100 %)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im WS	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben	

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-77332	<b>Zweifach Berufssprache Deutsch: Grundlagen der Neueren deutschen Literaturwissenschaft 2 (NdL BM 2)</b> (Basics of New German Language and Literature Studies 2)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Einführungsseminar: Methodologische Aspekte der Neueren deutschen Literaturwissenschaft (4 SWS)  Tutorium (Besuch optional)	5 ECTS
3	Lehrende	N. N.	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Niefanger, Prof. Dr. Gunnar Och	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über zentrale Bereiche der Literaturwissenschaft</li> <li>• Einführung in die grundlegende Fachterminologie der Literaturwissenschaft</li> <li>• Information über zentrale Hilfsmittel und Arbeitsmethoden</li> <li>• Einführung in problemorientierte Fragestellungen der Neueren deutschen Literaturwissenschaft</li> </ul> <p>Das Einführungsseminar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bietet einen Überblick einzelne Bereiche des Faches (Editionswissenschaft usw.)</li> <li>• und über grundlegende Methoden der Textanalyse (Erzähltextanalyse, Dramenanalyse, Lyrikanalyse)</li> <li>• macht mit den Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens an Texten der neueren deutschen Literatur vertraut,</li> <li>• und übt unterschiedliche Verfahren der Recherche, der Wissenspräsentation und -dokumentation.</li> </ul> <p>Das Tutorium dient der Vertiefung und Übung der im Modul gebotenen Kenntnisse und Methoden.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><i>Die Studierenden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erhalten Einblick in die zentralen Fragestellungen der Neueren deutschen Literaturwissenschaft,</li> <li>• werden mit den wesentlichen Methoden und Arbeitsmitteln vertraut gemacht</li> <li>• und erweitern ihre Fertigkeiten in der konkreten Analyse literarischer Texte unterschiedlicher Gattungen und Genres</li> </ul>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2. oder 4. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Berufssprache Deutsch	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (45 - 60 Min.)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Klausur (100 %)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im SS	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	

16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben
----	--------------------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-79370	<b>Zweifach Berufssprache Deutsch: Lehren und Lernen in der zweiten Sprache</b>	<b>15 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vermittlung von Text- und Diskurskompetenz (2 SWS) Medien im DaZ-Kontext (2 SWS) Sprachgebrauch und Sprachvermittlung (2 SWS) Sprachvergleich unter didaktischen Aspekten (2 SWS)	4 ECTS 4 ECTS 4 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Dozenten und Lehrbeauftragte des Faches <i>Didaktik des Deutschen als Zweitsprache</i>	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Michalak	
5	<b>Inhalt</b>	Im Mittelpunkt stehen die Rezeption und Produktion von Texten und Medien, die Verknüpfung der produktiven und rezeptiven Fertigkeiten in einem modernen Sprachunterricht sowie die Ausbildung von Textkompetenz im Bereich der Bildungssprache Deutsch.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Im Bereich Didaktik des Deutschen als Zweitsprache vermittelt das Modul folgende Kenntnisse und Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse der Besonderheiten unterschiedlicher Lernausgangslagen (z.B. Erst-Alphabetisierung in der deutschen Sprache, Zweitschifterwerb, Bildungsnähe/-ferne)</li> <li>• Kompetenzen, Spezifika einzelner Textsorten zu erkennen, zu vermitteln sowie mit Textsortenvielfalt rezeptiv und produktiv umzugehen</li> <li>• Kompetenzen zu Auswahl und Umgang mit Sachtexten und literarischen Texten</li> <li>• Kenntnisse über Lern- und Vermittlungsprozesse in den folgenden Bereichen: Schreib-, Lese-, Diskurskompetenz, metasprachliche Kompetenz, einschließlich Sprachvergleich</li> </ul>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	abgeschlossene Bachelormodule	
8	<b>Einpassung in den Studienverlaufsplan</b>	2. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Berufssprache Deutsch	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio (30 Seiten). Das Portfolio enthält verschiedene Teilaufgaben aus den Veranstaltungen inkl. aktiver Mitarbeit mit einer Reflexion des Lernzuwachses. Je nach gewähltem Seminar können sich die Anforderungen unterschiedlich gestalten.	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	100% Portfolio	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jeweils im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenz: 120 h Eigenstudium: 330 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	Mindestens ein Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	In den Seminaren werden Literaturempfehlungen gegeben bzw. Literaturlisten zur Verfügung gestellt.	

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-54720	<b>Zweifach Berufssprache Deutsch: Praxis der Berufssprache Deutsch II</b> (Practice seminar: Business German II)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Praxis der Berufssprache Deutsch II (2 SWS) <b>(Anwesenheitspflicht)</b>	5 ECTS
3	<b>Dozenten</b>	Frau StDin Petra Angermeier	

4	<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Wilbers	
5	<b>Inhalt</b>	In diesem Modul wird die Bedeutung der Berufssprache Deutsch an der Berufsschule (Schwerpunkt: Berufsintegrationsklassen) vertieft und in Unterrichtssituationen exemplarisch vorgestellt.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen das Konzept der Berufsintegrationsklassen (BIK) an der Berufsschule kennen</li> <li>• lernen die Umsetzung des neuen (Basis-) Lehrplans Deutsch mit dem Unterrichtsprinzip Berufssprache Deutsch kennen</li> <li>• können Lehr- und Lernbedingungen in der Praxis analysieren</li> <li>• erwerben ein Überblickswissen über methodische Umsetzungsmöglichkeiten im BIK-Unterricht</li> <li>• können den Unterricht in (Regel- und) Berufsintegrationsklassen nach den Regeln sprachbewussten Fachunterrichts beobachten und beurteilen</li> <li>• bereiten auf angemessene Weise Unterrichtsmaterialien für eine Berufsintegrationsklasse vor, setzen sie ein und werten sie aus</li> <li>• lernen die Berufssprache Deutsch aus dem Wahlpflichtbereich des Deutsch-Lehrplans kennen</li> </ul>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Anmeldung auf Studon bis Ende September	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1. oder 3. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Berufssprache Deutsch	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Hausarbeit	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Hausarbeit 100 %	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenz: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird im Seminar bekannt gegeben	

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-79375	<b>Zweifach Berufssprache Deutsch - Sprachmodul I und II</b>	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Elementarkurs I (4 SWS) Elementarkurs II (4 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Dozenten und Lehrbeauftragte des Sprachenzentrums	

4	<b>Modulverantwortlicher</b>	Dr. Oesterreicher, Akad. Dir., Leiter des Sprachenzentrums Nürnberg, Lange Gasse 20	
5	<b>Inhalt</b>	Sprachliche Grundkenntnisse in einer wichtigen Partnersprache werden auf kommunikative Art und Weise in Wort und Schrift vermittelt. Als Sprachen sind wählbar: Swahili, Arabisch, Aramäisch, Hebräisch, Persisch, Tschechisch, Türkisch, Chinesisch, Neugriechisch, Polnisch, Rumänisch, Russisch, Spanisch, Portugiesisch, Italienisch Beide Elementarkurse müssen in derselben Sprache absolviert werden.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können eine der aufgeführten Sprachen auf A2-Niveau anwenden</li> <li>• nutzen Sprachlernstrategien zum Erwerb einer neuen Sprache</li> <li>• reflektieren aus der Lernerperspektive die Schwierigkeiten, die der Erwerb einer neuen Sprache beinhaltet, und können diese Erkenntnisse auf die Lehrendenperspektive im Rahmen von Deutsch als Zweitsprache übertragen</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spracheinstufungstest am Sprachenzentrum</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in den Studienverlaufsplan</b>	ab dem 1. Mastersemester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Berufssprache Deutsch	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (je nach Maßgabe des Sprachenzentrums) Diskussionsbeitrag	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	100% Klausur	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Im Wintersemester und Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: Eigenstudium:	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	Zwei Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Partnersprache (und Deutsch)	
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	Das Lehrwerk wird im Sprachkurs bekanntgegeben.	

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-77920	<b>Zweifach Deutsch: Vertiefungsmodul Fachdidaktik Deutsch</b> (Emphasis module (a,b or c): Teaching methodology German)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	HS: Hauptseminar des Vertiefungsmoduls Fachdidaktik Deutsch a, b oder c (2 SWS) Ü: Übung zum Modul (1 SWS)	4 ECTS  1 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	N.N.	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Volker Frederking	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Vertiefungsmodul „Fachdidaktik Deutsch“ vermittelt in Anknüpfung an das Basismodul „Grundlagen der Fachdidaktik Deutsch“ vertiefte Kenntnisse entweder auf dem Gebiet der Literaturdidaktik (Vertiefungsmodul a), der Sprachdidaktik (Vertiefungsmodul b) oder der Mediendidaktik (Vertiefungsmodul c). Im Zentrum des Moduls stehen daher Aspekte des schulartspezifischen Umgangs mit Sprache, Literatur und Medien bzw. ihrer wechselseitigen Bezüge. Der Verknüpfung von fachdidaktischer Theoriebildung mit fachwissenschaftlichen Inhalten kommt dabei besondere Bedeutung zu.</p> <p>Wird der Schwerpunkt Literaturdidaktik (Vertiefungsmodul a) gewählt, so befasst sich das Hauptseminar (HS) mit einer Fragestellung aus diesem Bereich. Hier kann der Fokus sowohl auf literaturdidaktischen Theorien und Konzeptionen als auch auf einem didaktisch reflektierten Umgang mit bestimmten Gattungen, Autoren oder Themengebieten der Erwachsenenliteratur, der Kinder- und Jugendliteratur oder von Sach- und Gebrauchstexten liegen. Auch Theorien und empirische Befunde zu literarischen Sozialisations- und Lernprozessen, Lesestrategien oder Fragen der ästhetischen Bildung können Gegenstand des Hauptseminars sein.</p> <p>Wird der Schwerpunkt Sprachdidaktik (Vertiefungsmodul b) gewählt, so befasst sich das Hauptseminar (HS) mit einer Fragestellung aus diesem Bereich. Hier kann der Fokus sowohl auf sprachdidaktischen Theorien und Konzeptionen als auch auf einem didaktisch reflektierten Umgang mit Sprechen und Zuhören, Schreiben, Rechtschreiben oder Sprachreflexion bzw. Grammatik liegen. Auch Theorien und empirische Befunde zu sprachlichen Sozialisations- und Lernprozessen oder Diagnoseverfahren zu Lernfortschritten und -schwierigkeiten können im Mittelpunkt des Seminars stehen.</p> <p>Wird der Schwerpunkt Mediendidaktik (Vertiefungsmodul c) gewählt, so befasst sich das Hauptseminar (HS) mit einer Fragestellung aus diesem Bereich. Hier kann der Fokus sowohl auf mediendidaktischen Theorien und Konzeptionen als auch auf einem didaktisch reflektierten Umgang mit auditiven, audiovisuellen bzw. digitalen Multimedien liegen.</p> <p>Je nach Inhalt und Anlage des Hauptseminars wird dieses durch eine Übung (UE) unter besonderer Berücksichtigung komplementärer Literatur-, Sprach- bzw. Medienaspekte ergänzt.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden sollen ihre Kenntnisse der Literaturdidaktik, Sprachdidaktik bzw. Mediendidaktik vertiefen. Sie sollen zum	

		sachgerechten und schulartspezifischen Umgang mit fachdidaktischer Theoriebildung befähigt werden und vertiefte Einblicke in die Analyse sowie die Modellierung von Lernprozessen erhalten.
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Basismodul "Grundlagen der Fachdidaktik Deutsch"
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Pflichtmodul im 7. oder 8. Semester
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Deutsch
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio: Die Vergabe von Leistungspunkten erfolgt nach regelmäßiger Teilnahme und Mitarbeit an den Sitzungen des Hauptseminars und der Übung durch Studienleistungen in der Übung und durch eine Klausur (56-60 Min.) oder mündliche Prüfung (15 Min.) oder eine schriftliche Hausarbeit im Hauptseminar (15-20 Seiten).
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Note der Prüfungsleistung im Hauptseminar (100 %)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im WS und SS
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben.

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-77402	<b>Zweifach Deutsch: Sprachwandel und Variation (Ling VM 1)</b>	<b>10 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Hauptseminar aus den Bereichen Sprachwandel und Variation (2 (SWS)) Kolleg aus den Bereichen Sprachwandel und Variation (2 SWS)	7 ECTS 3 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	N.N.	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Mechthild Habermann, Prof. Dr. Stefan Schierholz	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Darstellung von Sprache in ihrer sozialen, räumlichen, situationsbezogenen und historischen Dimension</li> <li>- Analyse und Beschreibung von sprachlichen Varietäten älterer Sprachstufen des Deutschen, von regionalen Varietäten, von Fach-, Sonder- und Gruppensprachen oder von Formen sprachlichen Handelns (Pragmatik, Gesprächslinguistik) im Allgemeinen</li> <li>- Analyse und Beschreibung zentraler Sprachwandelerscheinungen des Deutschen</li> </ul> <p>Das Hauptseminar behandelt ein spezielles, weiterführendes Thema aus den Bereichen Historische Linguistik, Sprachwandel, Variations-, Sozio- und Pragmalinguistik. Das Kolleg behandelt ein spezielles, weiterführendes Thema aus den Bereichen Historische Linguistik, Sprachwandel, Variations-, Sozio- und Pragmalinguistik.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erhalten Einblick in die Vielfalt sprachlicher Variationen und Sprachkontakte unterschiedlicher Provenienz im soziokulturellen Kontext in Geschichte und Gegenwart sowie in zentrale Bereiche des Sprachwandels,</li> <li>- entwickeln ein Verständnis für Sprachen als historisch gewordene, identitätsstiftende Einheiten,</li> <li>- erwerben Beschreibungs- und Erklärungskompetenzen für die Erfassung sprachlicher Varianten und ihrer soziokulturellen Bedingtheiten in Geschichte und Gegenwart</li> <li>- erwerben grundlegende methodische Kompetenzen im Umgang mit Sprachkorpora.</li> </ul>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Ling 1: Grundlagen der Germanistischen Linguistik, Basismodul	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>		
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Deutsch	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Referat (10 - 40 Minuten) und Hausarbeit (ca. 15 - 20 S.)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	25 % Note des mündlichen Referats 75 % Note der schriftlichen Hauptseminararbeit	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester (SS)	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	

16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben.
----	--------------------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-77432	<b>Zweifach Deutsch: Gegenwartssprache/DAF (Ling VM 2)</b>	<b>10 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Hauptseminar aus den Bereichen Gegenwartssprache oder Deutsch als Fremdsprache (2 SWS) Kolleg aus den Bereichen Gegenwartssprache oder Deutsch als Fremdsprache (2 SWS)	7 ECTS 3 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	N.N.	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Mechthild Habermann Prof. Dr. Peter O. Müller	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermittlung von vertieften Kenntnissen zu spezielleren, ausgewählten Themen aus den Bereichen der Grammatik des Deutschen (Phonologie, Graphematik, Morphologie, Syntax, Textlinguistik) oder zu Semantik und Lexikon der deutschen Gegenwartssprache oder zu Deutsch als Fremdsprache</li> <li>- Analyse und Beschreibung themenbezogener zentraler sprachlicher Erscheinungen</li> <li>- Diskussion themenbezogener theoretischer Konzepte</li> </ul> <p>Das Hauptseminar (HS) behandelt ein spezielles, weiterführendes Thema aus den Bereichen Grammatik/Textlinguistik des Deutschen, Semantik und Lexikon der deutschen Gegenwartssprache oder Deutsch als Fremdsprache.</p> <p>Das Kolleg behandelt ein spezielles, weiterführendes Thema zu den Bereichen Grammatik/Textlinguistik des Deutschen, Semantik und Lexikon der deutschen Gegenwartssprache oder Deutsch als Fremdsprache.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erlangen einen tieferen Einblick in die Strukturiertheit exemplarischer Teilbereiche der deutschen Grammatik/Textlinguistik oder des deutschen Wortschatzes in seiner gegenwartssprachlichen Dimension oder in den Bereich „Deutsch als Fremdsprache“,</li> <li>- gewinnen Vertrautheit in der Anwendung linguistischer Methoden und</li> </ul> <p>erwerben eine vertiefte Analysekompetenz durch eigenständige Auseinandersetzung mit themenbezogenen wissenschaftlichen Fragestellungen</p>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Ling 1: Grundlagen der Germanistischen Linguistik, Basismodul	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>		
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Deutsch	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Referat (10 - 40 Minuten) und Hausarbeit (ca. 15 - 20 S.) zu einem ausgewählten Thema aus dem Hauptseminar; in die Hausarbeit sollen aus dem Kolleg gewonnene Erkenntnisse eingehen.	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	25 % Note des mündlichen Referats 75 % Note der schriftlichen Hausarbeit	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Im Wintersemester und Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester (WS)	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben.

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-77381	<b>Zweifach Deutsch: Literaturgeschichte (LitG AM)</b>	<b>10 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	V: Literaturgeschichte Überblicksvorlesung (2 SWS) Seminar (2 SWS) Lektüreseminar (2 SWS). Alternativ zum Lektüreseminar kann die Überblicksvorlesung eines Folgesemesters belegt werden	4ECTS 3 ECTS 3 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	N.N.	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Friedrich Michael Dimpel und Prof. Dr. Dirk Niefanger	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermittlung eines literaturgeschichtlichen Überblicks vom Mittelalter bis heute</li> <li>- Einführung in die Analyse mittelalterlicher, frühneuzeitlicher, neuerer und neuester Texte.</li> <li>- Darstellung kulturgeschichtlicher und interdisziplinärer Zugänge.</li> </ul> <p>Die Vorlesungen (V)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zeigen einen kulturhistorischen und interdisziplinären Umgang mit vormodernen, neueren und zeitgenössischen Texten</li> <li>- und liefern einen Überblick über die Literaturgeschichte vom Mittelalter bis zur Gegenwart.</li> </ul> <p>Das Seminar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erarbeitet eingehend kulturhistorischen Kontexte anhand konkreter Texte</li> <li>- und führt in den Umgang mit zeitgenössischen Textausgaben, Kontext-Quellen und Handschriften ein.</li> <li>-</li> </ul> <p>Das Lektüreseminar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erprobt an einzelnen deutlich abgegrenzten Textgruppen die Analyse deutscher Literatur,</li> </ul> <p>erprobt kulturhistorische und literaturgeschichtliche Konzepte anhand konkreter Textlektüren</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- werden mit den grundlegenden Problemen der Analyse mittelalterlicher, frühneuzeitlicher, neuerer und neuester Texte vertraut gemacht,</li> <li>- erhalten einen Überblick über die Literaturgeschichte vom Mittelalter bis zur Gegenwart,</li> <li>- üben den Umgang mit älteren Schriften und Textsorten ein (mittelalterlichen Handschriften, Emblembücher, barocken Drucken usw.).</li> <li>- vertiefen Kompetenzen im historisch spezifischen Mediumgang</li> </ul> <p>und werden mit literaturkritischen Fragestellungen bekannt gemacht.</p>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die literaturwissenschaftlichen Module der Bachelorphase des Studiengangs.	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>		
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Deutsch	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Hausarbeit (ca. 15 - 20 S.)	

11	<b>Berechnung Modulnote</b>	100 %
12	<b>Turnus des Angebots</b>	im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben.

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-77472	<b>Zweifach Deutsch: Neuere deutsche Literaturwissenschaft (NdL VM)</b>	<b>10 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Hauptseminar zur Neueren deutschen Literatur- und Kulturwissenschaft (2 SWS) Kolleg zur Neueren deutschen Literatur- und Kulturwissenschaft (2 SWS)	7 ECTS 3 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	N.N.	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Dirk Niefanger Prof. Dr. Christine Lubkoll	
5	<b>Inhalt</b>	<p>-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermittlung vertiefter Kenntnisse der neueren deutschen Literaturwissenschaft und-geschichte (16. bis 21. Jahrhundert)</li> <li>- Analyse literarischer Texte in ihren geschichtlichen Kontexten</li> <li>- Diskussion übergreifender systematischer Fragen, die für mehr als eine Epoche relevant sind.</li> </ul> <p>Das Kolleg liefert einen Überblick</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- über einen zentralen systematischen Aspekt der Literaturwissenschaft (Gattung/Genre, Motiv, Topos, Methode, Textverfahren, Fachgeschichte usw.)</li> <li>- oder eine kleinere Textgruppe (von einem Autor, einer Strömung, Epoche, usw.)</li> </ul> <p>Das Hauptseminar befasst sich</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mit einer Textgruppe aus dem Bereich der Neueren deutschen Literaturwissenschaft, die thematisch und systematisch zur Vorlesung passt,</li> </ul> <p>oder mit Themen der Fachgeschichte.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kenntnisse der Neueren deutschen Literaturwissenschaft vertiefen,</li> <li>- neuere Methoden der Literaturanalyse an schwierigen Textgruppen erproben,</li> <li>- neuere systematische Fragen der Literaturwissenschaft kompetent und sachkundig diskutieren</li> <li>- und Einblicke in die Fach- und Methodengeschichte erhalten.</li> </ul> <p>Diese Fähigkeiten und Kompetenzen werden im Seminar in der gemeinsamen Diskussion entwickelt; die Diskursivierung des Wissens ist ein zentraler performativer Bestandteil des Seminars. Da sich das Kolleg als Spezialveranstaltung versteht, sind die Inhalte untrennbar an die Person des Lehrenden gebunden; es ist daher nicht möglich, den Besuch des Kollegs durch Selbststudium zu kompensieren.</p>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die literaturwissenschaftlichen Module der Bachelorphase des Studiengangs.	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>		
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Deutsch	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Referat (10 - 40 Minuten) und Hausarbeit (ca. 15 - 20 S.) zu einem ausgewählten Thema aus dem Hauptseminar, in die Hausarbeit sollen aus dem Kolleg gewonnene Erkenntnisse eingehen.	

11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Note der mündlichen Referate (25 %) und der schriftlichen Hauptseminararbeit (75 %)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Im Winter- und Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben.

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-54471	<b>Zweifach Evangelische Religionslehre: Didaktik des Religionsunterrichts an beruflichen Schulen</b>	<b>15 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	V/Ü: Zentrale Fragen der Religionspädagogik I (2 SWS) Sem1: Religionsdidaktik im System beruflicher Schulen (Konzepte, Rahmenbedingungen, Sozialisation und Entwicklung junger Erwachsener) (2 SWS) oder Sem2: Ausgewählte Themen des Religionsunterrichts an beruflichen Schulen (2 SWS) PR/HS: Praktikum: Religionsunterricht an einer beruflichen Schule inklusive eigenes kleines Unterrichtsprojekt mit empirischer Evaluation (4 SWS)	2 ECTS 3 ECTS 3 ECTS 7 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Dr. Roth, Prof. Pirner, ADir. Dr. Haußmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Roth	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschichtliche Entwicklung des Religionsunterrichts an beruflichen Schulen in Bayern</li> <li>- -Konzeptionen Evangelischen Religionsunterrichts an beruflichen Schulen</li> <li>- -Rechtliche Stellung des Religionsunterrichts an beruflichen Schulen in Bayern</li> <li>- -Lehrpläne zum RU an beruflichen Schulen in Bayern</li> <li>- -Religiöse Sozialisation und Entwicklung junger Erwachsener</li> <li>- Schritte der Unterrichtsvorbereitung im RU an beruflichen Schulen mit eigenständigen Unterrichtsversuchen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen Grundzüge der Religionsdidaktik im System beruflicher Schulen und haben ein Verständnis für religionsdidaktische Aspekte und spezifische Problemhorizonte der Religionsdidaktik im berufsschulischen Handlungsfeld</li> <li>- kennen didaktische Konzeptionen der religiösen Bildung im Berufsschulkontext und können daraus Erkenntnisse für ihr eigenes professionelles religionspädagogisches Handeln im Berufsschulkontext gewinnen</li> <li>- können die Bedeutung des berufsschulischen Religionsunterrichts als einer religiösen Bildungsarbeit mit Jugendlichen und jungen Erwachsenen in einer entscheidenden Phase der Lebensorientierung und Identitätsbildung einschätzen</li> <li>- verfügen über religionsdidaktische Planungs- und Handlungskompetenz im Berufsschulkontext</li> <li>- verfügen über Reflexionsfähigkeit gegenüber dem eigenen religionsdidaktischen Denken und Handeln sowie gegenüber den Lehrplänen</li> </ul>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1./2. Mastersemester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Evangelische Religionslehre	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	V/Ü: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) Sem 1: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) + Prüfung	

		(variable Prüfungsform) (V) (1 ECTS) Sem 2: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) + Prüfung (variable Prüfungsform) (V) (1 ECTS) Praktikum: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) + Referat (R) (1 ECTS) + Seminararbeit (SR) (4 ECTS)
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Sem 1: Variable Prüfungsform (20%) Sem 2: Variable Prüfungsform (20%) Praktikum: Referat (20%) + Seminararbeit (40%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 150 h Eigenstudium: 300 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben.

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-54501	<b>Zweifach Evangelische Religionslehre: Theologische Urteilsbildung I – Zentrale Themen der biblischen Überlieferung</b>	<b>10 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Sem1: Ein zentrales Thema alttestamentlicher Theologie (z.B. Gottesverständnis; Prophetie) (2 SWS) Sem2: Die synoptische Jesusüberlieferung (2 SWS) V/Ü: Leben und Wirken des Paulus (2 SWS) Ü: Biblische Themen im Religionsunterricht (1 SWS)	3 ECTS 4 ECTS 2 ECTS 1 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Pirner, PD Dr. Nentel, Prof. Nietsche, Prof. Pilhofer, ADir Dr. Haußmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	ADir Dr. Werner Haußmann	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exemplarische Themen des Alten und Neuen Testaments mit den Schwerpunkten Prophetie und Paulus</li> <li>- Die Relevanz biblischer Inhalte (mit den Schwerpunkten Prophetie, synoptische Evangelien und Paulus) für christliche Lehre, Ethik und Religionspädagogik</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erwerben vertiefte Kenntnisse von Hauptinhalten der biblischen Überlieferung in exemplarischer Beschäftigung mit den Schwerpunkten Prophetie und Paulus</li> <li>- sind in der Lage zur zeitgeschichtlichen Einbettung der wichtigsten biblischen Themen</li> <li>- sind orientiert über wichtige Fragestellungen Alt- und Neutestamentlicher Theologie und Hermeneutik am Beispiel der Schwerpunktthemen Prophetie und Paulus</li> <li>- können mit didaktischen Fragestellungen im Blick auf biblische Thematiken umgehen</li> </ul>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundkenntnisse wissenschaftlich-exegetischer Arbeit Bibelkundlicher Überblick	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1-3 Mastersemester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Evangelische Religionslehre	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Sem 1: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) + Prüfung (variable Prüfungsform) (V) (1 ECTS)</p> <p>Sem 2: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) + Hausarbeit (HA) (mit exegetischem Schwerpunkt) (2 ECTS)</p> <p>V/Ü: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS)</p> <p>Ü: Regelmäßige Teilnahme (RT) (1 ECTS)</p>	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	<p>Sem 1: Variable Prüfungsform (40%)</p> <p>Sem 2: Hausarbeit (60%)</p>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	<p>Präsenzzeit: 105 h</p> <p>Eigenstudium: 195 h</p>	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2-3 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben.	

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-54511	<b>Zweifach Evangelische Religionslehre: Theologische Urteilsbildung II - Zentrale Themen des christlichen Glaubens in Geschichte und Gegenwart</b>	<b>10 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	V: Kirchengeschichte im Überblick (2 SWS) V/Ü: Ein zentrales Thema der Dogmatik (z.B. Gotteslehre; Christologie; Ekklesiologie) (2 SWS) Sem: Wirtschaft, Arbeit und soziale Gerechtigkeit (2 SWS) PS: Themen der Systematischen Theologie im Religionsunterricht (2 SWS)	2 ECTS 2 ECTS 3 ECTS 3 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Ulrich-Eschemann, Prof. Brennecke, Prof. Schoberth, Dr. Seegets, Prof. Pirner, Dr. Roth	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Pirner	
5	<b>Inhalt</b>	- Brennpunkte der Kirchengeschichte - Dogmatische und Ethische Themen im RU an beruflichen Schulen - Ausbildungsberuf, Arbeit und soziale Gerechtigkeit in der dualen Ausbildung als Thema im Religionsunterricht an beruflichen Schulen	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden - können theologische Themen in kirchengeschichtliche Horizonte einordnen - können die Grundsätze einer systematisch-theologischen Auseinandersetzung auf zentrale dogmatische und ethische Themen anwenden - können ihre eigenen Glaubenshaltungen und theologischen Positionen kritisch hinterfragen und in ein offenes Gespräch einbringen - verfügen über Strategien, theologische Erkenntnisse auf bestimmte Adressaten und Lebensthemen hin religionspädagogisch zu elementarisieren	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1.-3. Mastersemester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Evangelische Religionslehre	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	V: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) V/Ü: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) Sem: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) + Prüfung (variable Prüfungsform) (V) (1 ECTS) PS: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) + Prüfung (variable Prüfungsform) (V) (1 ECTS)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Sem: Variable Prüfungsform (60%) PS: Variable Prüfungsform (40%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 – 3 Semester	
15	<b>Unterrichts- und</b>	Deutsch	

	<b>Prüfungssprache</b>	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben.

**Aus den folgenden Wahlpflichtmodulen a) – c) ist eines zu wählen**

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-54481	<b>Zweifach Evangelische Religionslehre: Wahlpflichtmodul a) Interreligiöser Dialog und interreligiöses Lernen</b>	<b>10 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	V/Ü 1: Der Islam (und sein Verhältnis zum Christentum) (2 SWS) V/Ü 2: Das Judentum (und sein Verhältnis zum Christentum) (2 SWS) Sem: Zentrale Fragen der Religionswissenschaft (1 SWS) MS: Weltreligionen im Religionsunterricht (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 1 ECTS 4 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Behr, ADir Dr. Haußmann, Prof. Nehring	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	ADir Dr. Haußmann	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Judentum und Islam: Grundlagen, Geschichte, gegenwärtige Erscheinungsformen</li> <li>- Fragestellungen der Religionswissenschaft</li> <li>- Weltreligionen und Christentum (ihr Verhältnis zueinander, Vergleich, Theologie der Religionen, Ausblick auf die östlichen Religionen)</li> <li>- Grundfragen einer Didaktik der Weltreligionen, Exemplarische Modelle für verschiedene Adressatenkreise</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erwerben Grundkenntnisse der Weltreligionen Judentum und Islam</li> <li>- sind orientiert über wichtige Gesichtspunkte der Rolle der Religionen im gegenwärtigen Weltgeschehen (einschließlich der Religionen Hinduismus und Buddhismus)</li> <li>- sind fähig zum Diskurs über Fragen des Verhältnisses des Christentums zu den Weltreligionen</li> <li>- sind in der Lage, die Situation der Schülerinnen und Schüler im religiös-weltanschaulichen Pluralismus und die Herausforderungen interreligiösen Lernens einzuschätzen</li> <li>- können Unterrichtsmodelle und –konzeptionen analysieren und im Blick auf ihre künftigen Adressatenkreise eigene Entwürfe erstellen</li> </ul>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	fundierte Grundkenntnisse über das Christentum (s. Grundstudium)	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2./3. Mastersemester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Wahlpflichtmodul im Zweifach Evangelische Religionslehre	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>V/Ü 1 und 2: Jeweils regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) und in einer Vorlesung nach Wahl Prüfung (variable Prüfungsform) (V) (1 ECTS)</p> <p>Sem : Regelmäßige Teilnahme (RT) (1 ECTS)</p> <p>MS: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) + Prüfung (variable Prüfungsform) (V) (2 ECTS)</p>	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	V/Ü: Variable Prüfungsform (50%), MS: Variable Prüfungsform (50%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich	

13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	(in Auswahl): HOCK, KLAUS: Einführung in die Religionswissenschaft, o.O. 2008 KAYALES, CHRISTINA; FIEHLAND VAN DER VEGT, ASTRID (Hrsg.): Was jeder vom Judentum wissen muss, Gütersloh 92005. • AMT DER VEREINIGTEN EVANGELISCHEN – LUTHERISCHEN KIRCHE IN DEUTSCHLAND (Hrsg.): Was jeder vom Islam wissen muss, Gütersloh 72007 LACHMANN, RAINER; ROTHGANGEL, MARTIN; SCHRÖDER, BERND: Christentum und Religionen elementar. Lebensweltlich – theologisch – didaktisch (Theologie für Lehrerinnen und Lehrer, Band 5), Göttingen 2010 H.-M. Barth, Dogmatik. Evangelischer Glaube im Kontext der Weltreligionen. Gütersloh 2001

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-54491	<b>Zweifach Evangelische Religionslehre: Wahlpflichtmodul b) Populäre Kultur und Medienbildung in theologisch- religionspädagogischer Perspektive</b>	<b>10 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	V/Ü: Zentrale Fragen der Religionspädagogik und – didaktik II (2 SWS) V/Sem: Populäre Kultur und Religionsunterricht (2 SWS) V: Einführung in die Medienpädagogik (2 SWS) Ü Medien im Religionsunterricht (2 SWS)	3 ECTS 3 ECTS 2 ECTS 2 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Pirner, ADir Dr. Haußmann, Prof. Keiner, Dr. Roth	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Pirner
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wichtige aktuelle Konzepte und Fragestellungen der Religionsdidaktik mit ihren Bezügen zur Lebenswelt der SchülerInnen</li> <li>- Populäre Kultur als Teil der Lebenswelt der SchülerInnen in theologisch-hermeneutischer Perspektive</li> <li>- Religionstheoretische und medienwissenschaftliche Kontexte zur populären Kultur (insbesondere Medienezeptionsforschung)</li> <li>- Wichtige aktuelle Konzepte und Fragestellungen der Medienpädagogik</li> <li>- Bezüge zwischen Medienpädagogik und Religionspädagogik, Medienbildung und religiöser Bildung</li> <li>- Analyse und kritische theologische Diskussion religiöser Gehalte der populären Kultur: Religion in populären Medien und Medienkultur als Religion(sersatz)</li> <li>- Prinzipien und didaktische Konkretionen des Arbeitens mit populären Medien und didaktischen Medien im Religionsunterricht unter Beachtung von medienpädagogischen und mediendidaktischen Kriterien</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- können (christliche) Religion als Bestandteil der Kultur und in ihren vielfältigen Bezügen zur Medienthematik wahrnehmen und deuten (ästhetisch-hermeneutische Kompetenz),</li> <li>- können religiöse und religionsanaloge Motive und Funktionen insbesondere in den Massenmedien (z.B. Film, Fernsehen, Popmusik, Werbung) erfassen und (religions- sowie ideologie-) kritisch bewerten (analytische und Urteils-Kompetenz)</li> <li>- können massenmediale und popkulturelle Phänomene mit religiösem Gehalt kritisch-konstruktiv im Religionsunterricht verwenden und thematisieren (synthetisch-didaktische Kompetenz).</li> <li>- haben die Fähigkeit, ihre religionspädagogische Arbeit kultur- und medienpädagogisch zu verantworten und kritisch zu reflektieren.</li> <li>- verfügen über eine mehrdimensionale Medienkompetenz (Nutzung, Analyse, Bewertung, Kritik von Medien unter Einbeziehung der jeweiligen Produktions-, Distributions-, Rezeptions- und Verwendungskontexte).</li> </ul>
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in</b>	2./3. Mastersemester

	<b>Musterstudienplan</b>	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Wahlpflichtmodul im Zweifach Evangelische Religionslehre
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	V/Ü: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) + Prüfung (variable Prüfungsform) (V) (1 ECTS) V/Sem: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) + Prüfung (variable Prüfungsform) (V) (1 ECTS) V: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) Ü: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS)
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	V/Ü: Variable Prüfungsform (40%) V/Sem: Variable Prüfungsform (60%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben.

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-55711	<b>Zweifach Evangelische Religionslehre: Wahlpflichtmodul c) Religionspädagogische Forschung</b>	<b>10 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	V/Ü: Empirische Forschungsmethoden (2 SWS) Sem: Ansätze und Methoden religionspädagogischer Forschung (2 SWS) MS: Forschungsprojekt: Religiöse Bildungsprozesse (2 SWS)	2 ECTS 3 ECTS 5 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Pirner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Pirner	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Theoretische Grundlagen empirischer Forschung</li> <li>- Zentrale schulrelevante Ansätze und Methoden qualitativer und quantitativer Forschung</li> <li>- Zentrale Felder, Fragestellungen und Methoden empirischer Forschung in der Religionspädagogik</li> <li>- Bedeutung von empirischer Forschung für die Qualitätsentwicklung von Religionsunterricht und Schulkultur</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dokumentationen bzw. Darstellungen von empirischer Forschung im schul- und religionspädagogischen Bereich verstehen und kritisch beurteilen</li> <li>- die Bedeutung empirischer Erhebungen für die Qualitätsentwicklung von Religionsunterricht und Schulkultur ermessen und argumentativ verdeutlichen können</li> <li>- selbst kleinere empirische Projekte planen, durchführen und auswerten können, die sich an anerkannten methodischen Standards empirischer Sozialforschung orientieren.</li> </ul>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2./3 Mastersemester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Wahlpflichtmodul im Zweifach Evangelische Religionslehre	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	V/Ü: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) Sem: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) + Prüfung (variable Prüfungsform) (V) (1 ECTS) MS: Regelmäßige Teilnahme (RT) (2 ECTS) + Prüfung (variable Prüfungsform) (V) (3 ECTS)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Sem: Variable Prüfungsform (30%) MS: Variable Prüfungsform (70%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben.	

1	<b>Modulbezeichnung</b> Nat-65550	<b>Zweifach Mathematik: Analytische Geometrie (AGeo)</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	V: Analytische Geometrie (2 SWS) Ü: Analytische Geometrie (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dozentinnen bzw. Dozenten des Departments Mathematik	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Sanderson (sanderson@math.fau.de)
5	<b>Inhalt</b>	Grundlagen zu folgenden Themen: – Rückblende auf die Euklidische Geometrie: Lote auf und Abstände von linearen Unterräumen des $\mathbb{R}^n$ ; Vektorprodukt – Kegelschnitte: Eigenschaften und Klassifikation (affin und metrisch) – Polyeder: Vielecke; Vielfache und Euler'sche Polyederformel; spezielle Polyeder
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	– Die Studierenden erklären grundlegende Begriffe der analytischen Geometrie und wenden sie auf klassische mathematische Probleme an.
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Elemente der Linearen Algebra I und II sowie Elemente der Analysis I und II.
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	3. Semester Master
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Mathematik
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Hausaufgaben (wöchentlich ein Übungsblatt) Klausur (max. 90 Min.)
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Klausur 100 %
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenz: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Vorlesungsskript zu diesem Modul

1	<b>Modulbezeichnung</b> Nat-65580	<b>Zweifach Mathematik: Elementare Zahlentheorie (EZth)</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	V: Elementare Zahlentheorie (3 SWS) Ü: Elementare Zahlentheorie (1 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dozentinnen bzw. Dozenten des Departments Mathematik	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Sanderson (sanderson@math.fau.de)	
5	<b>Inhalt</b>	Anwendung der vollständigen Induktion, Division mit Rest, Untergruppen von $\mathbb{Z}$ , ggT und kgV, euklidischer Algorithmus, Teilbarkeitslehre, Begriff der Primzahl und Fundamentalsatz der Arithmetik, Primzahlen und Primzahlprobleme, Diophantik mit Anwendungen Prime Restklassengruppe, Dezimalbruch-Entwicklung, Algebraische und transzendente Zahlen	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden erklären grundlegende Begriffe der elementaren Zahlentheorie und wenden sie auf klassische mathematische Probleme an.	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Elemente der Linearen Algebra I und II sowie Elemente der Analysis I und II.	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	3. Semester Master	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Mathematik	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Hausaufgaben (wöchentlich ein Übungsblatt) Klausur (max. 90 min.) Regelmäßige Teilnahme an den Übungen	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Klausur 100 %	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenz: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Vorlesungsskript zu diesem Modul	

1	<b>Modulbezeichnung</b> Nat-65532	<b>Zweifach Mathematik: Elemente der Linearen Algebra II (ELA II)</b>	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	V: Elemente der Linearen Algebra II (4 SWS) Ü: Elemente der Linearen Algebra II (2 SWS)	6 ECTS 4 ECTS
3	Lehrende	Dozentinnen bzw. Dozenten des Departments Mathematik	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Y. Sanderson sanderson@math.fau.de	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lineare Abbildungen: Beschreibung durch Matrizen; Matrizenrechnung; Basiswechsel; Kern und Bild linearer Abbildungen</li> <li>- Algebraische Grundstrukturen: Gruppen und Körper; Vektorräume</li> <li>- Eigenwerte: charakteristisches Polynom; Eigenräume; Triangulierbarkeit und Diagonalisierbarkeit; symmetrische Matrizen und Hauptachsentransformation;</li> <li>- Affine Räume, konvexe Mengen, Bewegungen in der Ebene</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden erklären grundlegende Begriffe der linearen Algebra und wenden sie auf klassische mathematische Probleme an.	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Bachelormodul Elemente der Linearen Algebra I	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Mathematik	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (max. 180 Min.) Hausaufgaben (wöchentlich ein Übungsblatt)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Klausur 100 %	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jährlich im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenz: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Vorlesungsskript zu diesem Modul	

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-55821	<b>Zweifach Mathematik: Fachdidaktik Mathematik</b>	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	<b>Vier Didaktiken sind aus den folgenden Angeboten a) bis e) zu wählen, inhaltliche Dopplungen sind nicht zulässig:</b> a) entweder S: Didaktik der Arithmetik (2 SWS) <u>oder</u> S: Didaktik der Zahlbereiche (2 SWS) b) entweder S: Didaktik der Stochastik (2 SWS) <u>oder</u> S: Didaktik Daten und Zufall (2 SWS) c) entweder S: Didaktik der Geometrie (Gymnasium) (2 SWS) <u>oder</u> S: Didaktik Raum und Form (2 SWS) <u>oder</u> Analytische Geometrie d) S: Didaktik der Analysis (Gymnasium) (2 SWS) e) S: Didaktik der Algebra (Realschule) (2 SWS)	je 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Weth	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Weth
5	<b>Inhalt</b>	Einführung in die Fachdidaktik Mathematik Planung und Durchführung von Unterrichtseinheiten
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: – Konzeption und Gestaltung von Fachunterricht – Planung und Analyse von Mathematikunterricht (z.B. Gestaltung von Unterrichtseinheiten und Lernumgebungen), Lehr- und Lernstrategien (z.B. Grundwissen sichern, kumulatives Lernen, Lernen aus Fehlern) – Grundlagen fachbezogenen Lernens und Lehrens – Mathematische Denkweisen und Arbeitsmethoden (z.B. Darstellungen verwenden, Argumentieren, Modellieren, Problemlösen, Kommunizieren, mit symbolischen, technischen und formalen Hilfsmitteln umgehen), Schülervorstellungen zu mathematischen Themen (z.B. Konzepte, Denkwege, Lernschwierigkeiten, Fehler).
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	ab 1. Semester Master Wirtschaftspädagogik
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Mathematik
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	je eine Klausur in jeder der beiden Wahlveranstaltungen
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	V/Ü 1: 25% V/Ü 2: 25% V/Ü 3: 25% V/Ü 4: 25%
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Wechselnd
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenz: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben und auf der Internetseite des Departments veröffentlicht.

1	<b>Modulbezeichnung</b> Nat-65570/65574/65575/ 65576	<b>Zweifach Mathematik: Mathematisches Seminar</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	S: Mathematisches Seminar (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Die Dozentin bzw. Dozent der Mathematik	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Sanderson	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsame Erarbeitung eines mathematischen Gebiets</li> <li>- Eigenständige Erarbeitung und Vermittlung einer Teilfrage</li> <li>- Tafelvortrag; kompetente Beantwortung von Nachfragen</li> <li>- Vortragstechnik</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erarbeiten gemeinsam mit der Dozentin bzw. Dozent ein mathematisches Gebiet</li> <li>- erarbeiten und vermitteln eine Teilfrage mittels Tafelvortrag in angemessener Vortragstechnik und antworten kompetent auf Nachfrage</li> </ul>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Analysis I und II, Lineare Algebra I und II	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	4. Semester Master	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Mathematik	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	nach Maßgabe des Faches	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	nach Maßgabe des Faches	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	WS	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenz: 29 h Eigenstudium: 31 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	<p>G. Fischer: Analytische Geometrie. Vieweg  R. Brandl: Vorlesungen über Analytische Geometrie. Verlag R. Brandl  Behnke, Bachmann, Fladt: Grundzüge der Mathematik II.  Geometrie. Vandenhoeck &amp; Ruprecht</p>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-54600	<b>Zweifach Mathematik: Wahlmodul</b> aus Folgenden Angeboten sind zwei zu wählen	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	V: Elementare Geometrie (3 SWS) Ü: Elementare Geometrie (1 SWS) oder S: Mathematisches Seminar (2 SWS) (zusätzliches Mathematisches Seminar nach Wahl) oder V: Elementare Stochastik (3 SWS) Ü: Elementare Stochastik (1 SWS)	5 ECTS  5 ECTS  5 ECTS
3	Lehrende	verschiedene Dozentin bzw. Dozent des mathematischen Instituts	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Sanderson (sanderson@math.fau.de), Prof. Knop	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Elementare Geometrie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementargeometrische Figuren und ihre Eigenschaften</li> <li>- Symmetrien der Ebene und des Raumes</li> <li>- Hyperbolische und sphärische Geometrie</li> </ul> <p><u>Mathematisches Seminar</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsame Erarbeitung eines mathematischen Gebiets</li> <li>- Eigenständige Erarbeitung und Vermittlung einer Teilfrage</li> <li>- Tafelvortrag; kompetente Beantwortung von Nachfragen</li> <li>- Vortragstechnik</li> </ul> <p><u>Elementare Stochastik</u></p> <p>Diskrete Wahrscheinlichkeitsräume und Kombinatorik, Multinomialverteilung, geometrische Verteilung, hypergeometrische Verteilung Produktexperimente, Zufallsvariable, Allgemeine Formulierung des starken Gesetzes der großen Zahlen und des Zentralen Grenzwertsatzes ohne Beweis, Grundbegriffe der Schätztheorie und der Testtheorie</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Elementare Geometrie: Die Studierenden erklären grundlegende Begriffe der klassischen Geometrie und wenden sie auf klassische mathematische Probleme an.</p> <p><u>Mathematisches Seminar</u></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erarbeiten gemeinsam mit der Dozentin bzw. Dozent ein mathematisches Gebiet</li> <li>- erarbeiten und vermitteln eine Teilfrage mittels Tafelvortrag in angemessener Vortragstechnik und antworten kompetent auf Nachfrage</li> </ul> <p><u>Elementare Stochastik</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden erklären grundlegende Begriffe der elementaren Stochastik und wenden sie auf klassische mathematische Probleme an.</li> </ul>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Analysis I und II, Lineare Algebra I und II	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	ab 2. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Mathematik	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p><u>Elementare Geometrie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausaufgaben (wöchentlich ein Übungsblatt)</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur (max. 90 Min.)</li> </ul> <u>Mathematisches Seminar</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag (90 min.) und</li> <li>• Hausarbeit (max. 10 Seiten)</li> </ul> <u>Elementare Stochastik</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausaufgaben (wöchentlich ein Übungsblatt)</li> <li>• Klausur (max. 90 Min.)</li> </ul>
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	<u>Elementare Geometrie:</u> Klausur (100 %) <u>Mathematisches Seminar:</u> Vortrag 75 % schriftliche Ausarbeitung 25 % <u>Elementare Stochastik:</u> Klausur 100 %
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Geometrie im Sommersemester Mathematisches Seminar im Sommer- und Wintersemester Elementare Stochastik im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	<u>Elementare Geometrie</u> Präsenz: 60 h Eigenstudium 90 h <u>Mathematisches Seminar:</u> Präsenz: 30 h Eigenstudium: 120 h <u>Elementare Stochastik</u> Präsenz: 60 h Eigenstudium 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1-2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	<u>Elementare Geometrie</u> Agricola, Friedrich: Elementargeometrie. Vieweg + Teubner  <u>Mathematisches Seminar</u> G. Fischer: Analytische Geometrie. Vieweg R. Brandl: Vorlesungen über Analytische Geometrie. Verlag R. Brandl Behnke, Bachmann, Fladt: Grundzüge der Mathematik II. Geometrie. Vandenhoeck & Ruprecht  <u>Elementare Stochastik</u> Vorlesungsskript zu diesem Modul

1	<b>Modulbezeichnung</b> RUW-86241	<b>Zweifach Sozialkunde: Angewandte Wirtschaftspolitik</b> (Applied economic policy)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	S: Angewandte Wirtschaftspolitik (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Rincke und Mitarbeitende	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Rincke
5	<b>Inhalt</b>	Wechselnde Inhalte
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- befassen sich mit ausgewählten Beiträgen der englischsprachigen Fachliteratur.</li> <li>- lernen in Anwendungsfällen den praktischen Umgang mit Daten und Statistiken.</li> <li>- vertiefen ihre Kenntnisse formaler wirtschaftswissenschaftlicher Methoden.</li> <li>- lernen theoretische und empirische Argumente und Ergebnisse zu bewerten und einzuordnen.</li> <li>- entwickeln die Fähigkeit, pointierte wirtschaftspolitische Bewertungen vorzunehmen und zu verteidigen.</li> <li>- bauen ihre Fähigkeiten in der Diskussion und Präsentation wissenschaftlicher Inhalte aus.</li> </ul>
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Erfolgreicher Abschluss der Assessmentphase
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab 4. Semester
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modul im Studienbereich Wirtschaftspolitik</li> <li>- Modul im Studienbereich Wirtschaftstheorie</li> <li>- Modul im Vertiefungsbereich</li> <li>- Modul im Master Wirtschaftspädagogik und Master Berufspädagogik Technik, Studienrichtung II: Wahlbereich im Zweifach Sozialkunde</li> </ul>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seminararbeit inkl. Präsentation</li> <li>- Referat</li> <li>- Diskussionsbeitrag</li> </ul>
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seminararbeit inkl. Präsentation (50%)</li> <li>- Referat (30 %)</li> <li>- Diskussionsbeitrag (20 %)</li> </ul>
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im SS
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird bekannt gegeben

1	<b>Modulbezeichnung</b> A&P - 53010	<b>Zweifach Sozialkunde: Arbeitsmarktsoziologie</b> (Labor market sociology)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Einführung in die Arbeitsmarktsoziologie (3 SWS)	5 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Abraham mit Assistierenden	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Abraham	
5	<b>Information:</b>	Modulbeschreibung siehe unter „Arbeitsmarktsoziologie“ im Inhaltsverzeichnis	

1	<b>Modulbezeichnung</b> Sozök-55920	<b>Zweifach Soziakunde: Arbeitsmarkt und Haushalt</b> (Labor market and household decisions)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Arbeitsmarkt und Haushalt (3 SWS)	5 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Schels	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Schels	
5	<b>Information:</b>	Modulbeschreibung siehe unter „Arbeitsmarkt und Haushalt“ im Inhaltsverzeichnis	

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-52110	<b>Zweifach Sozialkunde: Aufbaumodul Politikwissenschaft</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	S1: Einführung in die Politische Theorie oder S2: Das politische System Deutschlands oder S3: Einführung in die internationalen Beziehungen	5 ECTS
3	Lehrende	Dozenten des Instituts für Politische Wissenschaft	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Alexander Kruska, M.A. Regensburger Str. 160, 90478 Nürnberg	
5	<b>Inhalt</b>	S1: In dem Seminar geht es um eine Einführung in Grundfragen und wichtige Strömungen der politischen Theorie. Diese werden anhand zentraler Denker sichtbar gemacht. Ziel ist es, einen Einblick in unterschiedliche Begründungen von Gerechtigkeit, Freiheit, Herrschaft und Macht zu bekommen. S2: In dem Seminar wird in die parlamentarische Demokratie der Bundesrepublik Deutschland und ihre Institutionen, deren Funktionsweise und den Prozess der Willensbildung eingeführt. Ziel ist es, mit den Spielregeln des deutschen Systems vertraut zu werden und Erfolge wie Defizite beurteilen zu können. S3: In dem Seminar geht es um eine Einführung in die politikwissenschaftliche Teildisziplin der internationalen Beziehungen. Aufbauend auf unterschiedlichen theoretischen Zugängen zur internationalen Politik soll nachvollzogen werden, welche Grundfragen und Probleme der Politik jenseits staatlicher Grenzen von der Politikwissenschaft diskutiert werden.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	S1: Die Studierenden - verstehen Grundfragen und Strömungen der politischen Theorie - können unterschiedliche Begründungen von Gerechtigkeit, Freiheit, Herrschaft und Macht nachvollziehen und analysieren S2: Die Studierenden - verstehen die Funktionsweise und Prozesse der Willensbildung in einer parlamentarischen Demokratie - können Erfolge und Defizite des Systems beurteilen S3: Die Studierenden - kennen unterschiedliche theoretische Zugänge zur internationalen Politik - analysieren auf dieser Basis die Diskussion um Grundfragen und Probleme internationaler Politik	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<b>Achtung:</b> Zu allen Veranstaltungen ist <b>bis spätestens</b> zwei Wochen vor Vorlesungsbeginn eine Anmeldung über <b>STUDON</b> erforderlich. Diese Anmeldung gilt als <b>verbindlich</b> (im Interesse einer seriösen Planung des Lehrbetriebes wird gebeten, dass die Studierenden die Anmeldungen <b>nur dann</b> vornehmen, wenn sie sicher sind, die Veranstaltung auch tatsächlich belegen zu wollen).	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	ab dem 2. Mastersemester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Sozialkunde	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	S1: Referat und Hausarbeit oder S2: Referat und Klausur oder S3: Referat und Hausarbeit	

11	<b>Berechnung Modulnote</b>	S1: Referat 40% und Hausarbeit 60% oder S2: Referat 40% und Klausur 60% oder S3: Referat 40% und Hausarbeit 60%
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jedes Semester
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 30 Std. Eigenstudium: 120 Std.
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Findet sich auf den Seminarplänen, die über STUDON zugänglich sind.

1	<b>Modulbezeichnung</b> RUW-86660	<b>Zweifach Sozialkunde: Beruf, Arbeit, Personal</b> (Occupations, labor, human resources)	5 ECTS
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Analyse Beruf, Arbeit, Personal (2 SWS)	5 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Abraham/ N.N. und Mitarbeitende	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Abraham	
5	<b>Inhalt</b>	Gegenstand des Moduls ist die vertiefte Behandlung von wirtschafts- und organisationssoziologischen Themen mit den Schwerpunkten Beruf, Berufswahl, Arbeitseinsatz und Arbeitsmarkt sowie dem Personaleinsatz in Organisationen	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Das Ziel des Moduls ist es, breites Wissen sowie ein grundlegendes Verständnis für die soziologisch relevanten Aspekte des Einsatzes von Arbeit in modernen Wirtschaftssystemen und Organisationen zu gewinnen. Dies umfasst sowohl die Fähigkeit zur theoretischen Aufarbeitung als auch die Kenntnis zentraler empirischer Ergebnisse.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab dem 1. Studiensemester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Sozialkunde Modul im Vertiefungsbereich für Bachelorstudierende	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Referat Klausur (60 Min.)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Referat: bestanden, Klausur 100%	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 50 h Eigenstudium: 100 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Martin Abraham & Günter Büschges (2005): Einführung in die Organisationssoziologie, Wiesbaden: VS Smelser, Neil J. and Richard Swedberg (2005): Handbook of Economic Sociology Preisendörfer Peter, 2008: Organisationssoziologie. Grundlagen, Theorien und Problemstellungen. Wiesbaden: VS Verlag	

1	<b>Modulbezeichnung</b> Sozök-56170	<b>Zweifach Sozialkunde: Einführung in die Bildungssoziologie</b> (Introduction into sociology of education)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Einführung in die Bildungssoziologie (2 SWS)	5 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Wolbring, Prof. Abraham und Mitarbeitende	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Wolbring.	
5	<b>Inhalt</b>	- Vertiefung zentraler Theorien, Methoden und Themenfelder der Bildungssoziologie	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden - haben vertiefte Kenntnisse der Bildungssoziologie, d.h. über den Zusammenhang zwischen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, dem Bildungssystem und wirtschaftlichen Prozessen - besitzen die Kompetenz, Forschungsfragen in diesem Bereich anhand von Literatur und Daten eigenständig zu analysieren - erwerben vertiefte Kompetenz zur kritischen Beurteilung von politischen Programmen und Maßnahmen im Bereich der Bildung - haben vertiefte Kenntnisse zur Beurteilung und Anwendung von Strategien zur Steuerung des Bildungssystems und seiner Organisationen.	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab dem 2. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Sozialökonomik: sozialökonomischer Vertiefungsbereich oder freier Vertiefungsbereich Master Economics: Wahlbereich Master Arbeitsmarkt und Personal: Wahlbereich Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Wahlbereich im Zweifach Sozialkunde (für Studierende mit Studienbeginn vor WS 18/19) Pflichtbereich im Zweifach Sozialkunde (für Studierende mit Studienbeginn ab WS 18/19)	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Klausur 100%	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Becker, Rolf (2011) Lehrbuch der Bildungssoziologie. Wiesbaden: VS Verlag Kopp, Johannes (2009) Bildungssoziologie. Eine Einführung anhand empirischer Studien. Wiesbaden: VS Verlag	

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-52120	<b>Zweifach Sozialkunde: Einführung in die Politikwissenschaft</b>	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung: Einführung in die Politikwissenschaft (2 SWS)	5 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Alexander Kruska, M.A.	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Alexander Kruska, M.A. Regensburger Str. 160, 90478 Nürnberg
5	<b>Inhalt</b>	Die Veranstaltung bietet einen Überblick über die Gegenstände, Fragestellungen und Forschungsansätze des Faches in seiner ganzen Breite. Die Studierenden erhalten eine gleichgewichtige Einführung in alle Teilgebiete, die in den weiteren Basismodulen abgedeckt werden. Die Einführung bezieht sich auf die Geschichte des Faches Politikwissenschaft, die Verankerung der Teilgebiete im Fach, die innere Struktur der jeweiligen Teilgebiete und ihre Konzeptualisierung, die zentralen Gegenstände, Schlüssel-Begriffe und Haupt-Fragestellungen in ihrem Verhältnis zueinander und auf ihren Stellenwert innerhalb des Faches insgesamt, sowie die Grundsätze und Techniken wissenschaftlichen Arbeitens.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden - erwerben fundierte Kenntnisse über die inhaltlichen  - Grundlagen und Begrifflichkeiten der Politikwissenschaft
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<b>Achtung:</b> Zu der Veranstaltung ist <b>bis spätestens</b> zwei Wochen vor Vorlesungsbeginn eine Anmeldung über <b>STUDON</b> erforderlich. Diese Anmeldung gilt als <b>verbindlich</b> (im Interesse einer seriösen Planung des Lehrbetriebes wird gebeten, dass die Studierenden die Anmeldungen <b>nur dann</b> vornehmen, wenn sie sicher sind, die Veranstaltung auch tatsächlich belegen zu wollen).
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1. Mastersemester
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Sozialkunde
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Klausur 100 %
12	<b>Turnus des Angebots</b>	im WS
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 30 Std. Eigenstudium: 120 Std.
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Findet sich auf dem Ablaufplan der Vorlesung, der über STUDON zugänglich ist.

1	<b>Modulbezeichnung</b> RUW-85700	<b>Zweifach Sozialkunde: Internationale Politik I</b> (International politics I)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	V: Einführung in die Internationale Politik I (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Christoph Moser	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Christoph Moser
5	<b>Inhalt</b>	Gegenstand des Moduls ist die Einführung in den europäischen Integrationsprozess, die Europäische Union und deren wichtigste Institutionen. Der Fokus liegt sowohl auf politikwissenschaftlichen also auch ökonomischen Themen der europäischen Integration.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden  - erwerben fundierte Kenntnisse über die politischen, gesellschaftlichen und ökonomischen Prozesse, die dem europäischen Integrationsprozess unterliegen. - lernen grundlegende theoretische Ansätze kennen, mit denen die Gründung und Funktionsweise dieser Institutionen beschrieben und erklärt werden können.
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab 1. Semester
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Für Studierende mit Studienbeginn ab WiSe 2017/18: Modul im Pflichtbereich für Studierende der Sozialökonomik Modul im Master Wirtschaftspädagogik und Master Berufspädagogik Technik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Sozialkunde Pflichtbereich für Studierende ab WiSe 2018/19 und im Wahlbereich für Studierende bis SoSe 2018
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Min.)
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Klausur (100 %)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im WiSe
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts –und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	.-

1	<b>Modulbezeichnung</b> Sozök-56180	<b>Zweifach Sozialkunde: Seminar zur Bildungssoziologie</b> (Seminar in sociology of education)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Seminar zur Bildungssoziologie (2 SWS)	5 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Abraham, Prof. Wolbring und Mitarbeitende	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Abraham, Prof. Wolbring
5	<b>Inhalt</b>	- Vertiefung zentraler Theorien, Methoden und Themenfelder der Bildungssoziologie - Eigenständige Erarbeitung von Themenfeldern, Forschungsfragen und Forschungsdesigns
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden - haben vertiefte Kenntnisse der Bildungssoziologie, d.h. über den Zusammenhang zwischen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, dem Bildungssystem und wirtschaftlichen Prozessen - besitzen die Kompetenz, Forschungsfragen in diesem Bereich anhand von Literatur und Daten eigenständig zu analysieren - erwerben vertiefte Kompetenz zur kritischen Beurteilung von politischen Programmen und Maßnahmen im Bereich der Bildung - haben vertiefte Kenntnisse zur Beurteilung und Anwendung von Strategien zur Steuerung des Bildungssystems und seiner Organisationen
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab dem 2. Semester
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Sozialökonomik: sozialökonomischer Vertiefungsbereich oder freier Vertiefungsbereich Master Economics: Wahlbereich Master Arbeitsmarkt und Personal: Wahlbereich Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Wahlbereich im Zweifach Sozialkunde
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Referat + Hausarbeit
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Referat bestanden, Hausarbeit 100%
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 1200 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Kopp, Johannes (2009) Bildungssoziologie. Eine Einführung anhand empirischer Studien. Wiesbaden: VS Verlag

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-52101	<b>Zweifach Sozialkunde: Fachdidaktik Sozialkunde II: Methodik, Praxis und Wertorientierung im Politikunterricht</b>	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	V: Wertorientierte Politische Bildung (2 SWS) mit Übung (1 SWS) S: Methodik des Politikunterrichts: Methodik-Methoden-Modelle (Das Seminar muss aus dem Segment Sekundarstufe I /II ausgewählt werden. Angebote für die Primarstufe (Grundschule) sind für Wirtschafts- und Berufspädagogen nicht wählbar.) Ü: Übung zur Vorlesung (optional)	3 ECTS 2 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Armin Scherb und Mitarbeitende	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Armin Scherb, EWF, Regensburger Straße	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fachdidaktische Kriterien der Methodenwahl</li> <li>- Überblick über die fachdidaktischen Methoden, Medien und Arbeitsweisen</li> <li>- Unterrichtsplanung mit Hilfe fachdidaktischer Methoden und Artikulationsschemata</li> <li>- Überblick über die erziehungsrelevanten Elemente in den politikdidaktischen Konzeptionen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- können Lernpotentiale und Grenzen von Sozialformen, Arbeitsweisen und Unterrichtsverfahren der politischen Bildung beurteilen,</li> <li>- erwerben die Kompetenz zur Gestaltung, Anwendung und Reflexion von Methoden- und Medien für die Planung von Lernprozessen,</li> <li>- können historische Entwicklungslinien und Wirkungszusammenhänge politischer Bildung und Erziehung in Deutschland einordnen</li> </ul>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Empfohlen im 2. Mastersemester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Modul im Zweifach Sozialkunde	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Min.)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Klausur 100%	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jeweils im Sommersemester. (Die Veranstaltungen sind zwingend innerhalb desselben Semesters zu belegen, da die Prüfungsleistung sich auf alle Veranstaltungen bezieht).	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird in den jeweiligen Veranstaltungen angegeben.	

1	<b>Module name</b> MIBS-54440	<b>Zweifach Sozialkunde: Issues in international political economy</b>	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Courses/lectures</b>	V: Issues in international political economy (2 SWS) Ü: Issues in international political economy (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	<b>Lecturers</b>	Prof. Christoph Moser and staff	

4	<b>Module coordinator</b>	Prof. Christoph Moser
5	<b>Contents</b>	This course deals with international trade policy. The focus will be on the political and economic determinants and consequences of trade liberalization as well as trade policies that increase trade barriers. The course will provide important insights into the global governance of international trade flows, the World Trade Organization and the role of the United States, China and the European Union.
6	<b>Learning objectives and skills</b>	Students gain an understanding of the importance and evolution of the international trading system and how it affects multinational corporations (MNCs). Students learn about different trade policy tools, their economic consequences and their political constraints, in particular in the United States, China and the European Union. Students learn to critically assess trade-related news in the media.
7	<b>Recommended prerequisites</b>	Basic knowledge of microeconomics (e.g., Varian, Hal (2014), Intermediate Microeconomics: A Modern Approach, 9 <sup>th</sup> international edition).
8	<b>Integration in curriculum</b>	Semester 1
9	<b>Module compatibility</b>	Master IBS: Kernbereich Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Englisch und Wahlbereich im Zweifach Sozialkunde Master Sozialökonomik: freier Vertiefungsbereich Master Arbeitsmarkt und Personal: Wahlbereich Master Economics: freier Wahlbereich
10	<b>Method of examination</b>	Written examination (60 min.) (Klausur 60 Min)
11	<b>Grading procedure</b>	Written examination result 100% (Prüfungsergebnis 100 %)
12	<b>Module frequency</b>	Winter term (WS)
13	<b>Workload</b>	Attendance: 60 h Self-study: 90 h
14	<b>Module duration</b>	1 semester
15	<b>Teaching and examination language</b>	English
16	<b>Recommended reading</b>	Krugman, P., M. Obstfeld and M. Melitz (2017/18), "International Trade: Theory and Policy" OR "International Economics: Theory and Policy," 11 <sup>th</sup> global edition. Further, course materials will be announced in the course.

1	<b>Modulbezeichnung</b> Sozök-55860	<b>Zweifach Sozialkunde: Seminar zur Wirtschaftssoziologie</b> (Sociology of economics)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Seminar zur Wirtschaftssoziologie (2 SWS)	5 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Abraham, Prof. Wolbring und Mitarbeitende	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Abraham, Prof. Wolbring
5	<b>Inhalt</b>	- Vertiefung zentraler Theorien, Methoden und Themenfelder der Wirtschaftssoziologie - Eigenständige Erarbeitung von Themenfeldern, Forschungsfragen und Forschungsdesigns
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden - haben vertiefte Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und wirtschaftlichen Prozessen - besitzen umfassende Kompetenz, Forschungsfragen in diesem Bereich anhand von Literatur und Daten eigenständig zu analysieren - erwerben vertiefte Kompetenz zur kritischen Beurteilung von politischen Programmen und Maßnahmen im Bereich der Wirtschaft - verfügen über vertiefte Kenntnisse zur Beurteilung und Anwendung von Strategien zur Steuerung von Organisationen im Wirtschaftsprozess
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	keine
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab dem 2. Semester
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Marketing mit Studienbeginn ab WS17/18: Wahlmodul in der Modulgruppe „Interdisziplinäre Module“ Master Marketing mit Studienbeginn vor WS17/18: Wahlmodul in der Modulgruppe „Sonstiges“ Master Sozialökonomik: Modul im sozialökonomischer Vertiefungsbereich oder freie Vertiefungsbereich Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Wahlbereich im Zweifach Sozialkunde Master Economics: Wahlbereich Master Arbeitsmarkt und Personal: Wahlbereich
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Referat + Hausarbeit
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Referat bestanden, Hausarbeit 100%
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 1200 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Portes, Alejandro (2010) <i>Economic Sociology. A systematic inquiry</i> . Princeton, NJ: Princeton University Press. Smelser, Neil, and Richard Swedberg (Eds.). 2005. <i>The Handbook of Economic Sociology. Second Edition</i> . New York: Russell Sage Foundation.

1	<b>Modulbezeichnung</b> Sozök-54630	<b>Zweifach Sozialkunde: Ungleichheit in modernen Gesellschaften</b> <b>(gültig für Studierende mit Studienbeginn bis einschließlich SS 2018)</b> (Inequality in modern society)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	S: Ungleichheit in modernen Gesellschaften (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Abraham, Prof. Wolbring	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Abraham, Prof. Wolbring.	
5	<b>Inhalt</b>	Im Rahmen dieses Moduls werden die Ursachen, Folgen und Dynamiken sozialer Ungleichheit in modernen Gesellschaften thematisiert. Im Mittelpunkt stehen a) Theorien der Ungleichheitsentstehung und der Ungleichheitsfolgen b) empirische Analysen der Ungleichheit c) (sozial-)politische Konsequenzen	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Aufbauend auf grundlegenden Kenntnissen der Soziologie und der Sozialstrukturanalyse besitzen die Studierenden nach Beendigung des Kurses  - die Fähigkeit zur fortgeschrittenen theoretischen Analyse ungleichheitsrelevanter Themen und Prozesse, - die Kompetenz, fortgeschrittene empirische Analysen nachzuvollziehen und zu kritisieren, - die Fähigkeit, praktische Konsequenzen aus wissenschaftlichen Analysen in verschiedenen Feldern zu ziehen, - die Fähigkeit, diese Kompetenzen auf andere Bereiche anzuwenden.	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundkenntnisse der soziologischen Theorie, der Regressionsanalyse sowie der Sozialstrukturanalyse	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Sozialökonomik: Modul im sozialökonomischen Vertiefungsbereich oder freien Vertiefungsbereich Master Wirtschaftspädagogik: Studienrichtung II: Wahlbereich im Zweifach Sozialkunde (für Studierende mit Studienbeginn vor WS 18/19) Master Arbeitsmarkt und Personal: freier Vertiefungsbereich	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	S: Klausur (60 min)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	DiPrete, T. A., & Eirich, G. M. (2006). Cumulative advantage as a mechanism for inequality: A review of theoretical and empirical developments. <i>Annu. Rev. Sociol.</i> , 32, 271-297. Neckerman, K. M., & Torche, F. (2007): Inequality: Causes and consequences. <i>Annu. Rev. Sociol.</i> , 33, 335-357.	

1	<b>Modulbezeichnung</b> Sozök-54631	<b>Zweifach Sozialkunde: Ungleichheit in modernen Gesellschaften</b> <b>(gültig für Studierende mit Studienbeginn ab WS 18/19)</b> (Inequality in modern society)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	S: Ungleichheit in modernen Gesellschaften (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Abraham, Prof. Wolbring	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Abraham, Prof. Wolbring.	
5	<b>Inhalt</b>	Im Rahmen dieses Moduls werden die Ursachen, Folgen und Dynamiken sozialer Ungleichheit in modernen Gesellschaften thematisiert. Im Mittelpunkt stehen d) Theorien der Ungleichheitsentstehung und der Ungleichheitsfolgen e) empirische Analysen der Ungleichheit f) (sozial-)politische Konsequenzen	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Aufbauend auf grundlegenden Kenntnissen der Soziologie und der Sozialstrukturanalyse besitzen die Studierenden nach Beendigung des Kurses  - die Fähigkeit zur fortgeschrittenen theoretischen Analyse ungleichheitsrelevanter Themen und Prozesse, - die Kompetenz, fortgeschrittene empirische Analysen nachzuvollziehen und zu kritisieren, - die Fähigkeit, praktische Konsequenzen aus wissenschaftlichen Analysen in verschiedenen Feldern zu ziehen, - die Fähigkeit, diese Kompetenzen auf andere Bereiche anzuwenden.	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundkenntnisse der soziologischen Theorie, der Regressionsanalyse sowie der Sozialstrukturanalyse	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Sozialökonomik: Modul im sozialökonomischen Vertiefungsbereich oder freien Vertiefungsbereich Pflichtbereich im Zweifach Sozialkunde (für Studierende mit Studienbeginn ab WS 18/19)	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	S: Klausur (60 min)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	DiPrete, T. A., & Eirich, G. M. (2006). Cumulative advantage as a mechanism for inequality: A review of theoretical and empirical developments. <i>Annu. Rev. Sociol.</i> , 32, 271-297. Neckerman, K. M., & Torche, F. (2007): Inequality: Causes and consequences. <i>Annu. Rev. Sociol.</i> , 33, 335-357.	

	<b>Modulbezeichnung</b> Sozök-54631	<b>Zweifach Sozialkunde: Ungleichheit in modernen Gesellschaften</b> (Inequality in modern society)	<b>5 ECTS</b>
1	Lehrveranstaltungen	S: Ungleichheit in modernen Gesellschaften (2 SWS)	5 ECTS
2	Lehrende	Prof. Abraham, Prof. Wolbring	

3	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Abraham, Prof. Wolbring.
4	<b>Inhalt</b>	Im Rahmen dieses Moduls werden die Ursachen, Folgen und Dynamiken sozialer Ungleichheit in modernen Gesellschaften thematisiert. Im Mittelpunkt stehen g) Theorien der Ungleichheitsentstehung und der Ungleichheitsfolgen h) empirische Analysen der Ungleichheit i) (sozial-)politische Konsequenzen
5	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Aufbauend auf grundlegenden Kenntnissen der Soziologie und der Sozialstrukturanalyse besitzen die Studierenden nach Beendigung des Kurses  <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Fähigkeit zur fortgeschrittenen theoretischen Analyse ungleichheitsrelevanter Themen und Prozesse,</li> <li>- die Kompetenz, fortgeschrittene empirische Analysen nachzuvollziehen und zu kritisieren,</li> <li>- die Fähigkeit, praktische Konsequenzen aus wissenschaftlichen Analysen in verschiedenen Feldern zu ziehen,</li> <li>- die Fähigkeit, diese Kompetenzen auf andere Bereiche anzuwenden.</li> </ul>
6	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundkenntnisse der soziologischen Theorie, der Regressionsanalyse sowie der Sozialstrukturanalyse
7	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2. Semester
8	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Sozialökonomik: Modul im sozialökonomischen Vertiefungsbereich oder freien Vertiefungsbereich Pflichtbereich im Zweifach Sozialkunde (für Studierende mit Studienbeginn ab WS 18/19)
9	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	S: Klausur (60 min)
10	<b>Berechnung Modulnote</b>	Klausur (100%)
11	<b>Turnus des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
12	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
13	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
14	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
15	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	DiPrete, T. A., & Eirich, G. M. (2006). Cumulative advantage as a mechanism for inequality: A review of theoretical and empirical developments. <i>Annu. Rev. Sociol.</i> , 32, 271-297. Neckerman, K. M., & Torche, F. (2007): Inequality: Causes and consequences. <i>Annu. Rev. Sociol.</i> , 33, 335-357.

1	<b>Modulbezeichnung</b> MIBS-56391	<b>Zweifach Spanisch: Topical Issues in International Politics and International Economics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Topical Issues in International Politics and International Economics	5 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Prof. Gardini und Mitarbeitende	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Gardini	
5	<b>Inhalt</b>	Das Seminar wird in jedem Semester vom Lehrstuhl von Prof. Gardini (International Business and Society Relations with focus on Latin America) in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl von Prof. Moser (Global Governance) angeboten und behandelt wechselnde Themen der internationalen Politik und Wirtschaft aus dem Blickwinkel der romanischen Welt.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- erwerben fundierte Kenntnisse über politische Prozesse, ökonomische Veränderungen und gesellschaftliche Herausforderungen im Kontext von Globalisierungs- und Integrationsprozessen.</li> <li>- entwickeln die Fähigkeit, die Dynamik interner und externer Faktoren zu analysieren und zu bewerten.</li> </ul>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab Studiensemester 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Spanisch	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Mündliche Prüfung	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Mündliche Prüfung 100 %	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jedes Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch und Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Wird bekannt gegeben	

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-79290	<b>Zweifach Sport: Individualmotorische Lehrkompetenz II</b> (Teaching competence: Individual motor skills II)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Schwimmen II (2 SWS) S: Leichtathletik II (2 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Mitarbeitende des Instituts für Sportwissenschaft und Sport	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Michael Schleinkofer	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technikformen Leichtathletik: Mittel- und Langstreckenlauf, gesundheitsorientiertes Laufen, Kugelstoß, Hürdenlauf, Sprint, Weitsprung Schwimmen: Brustschwimmen mit Starttechnik, Tauchzug und Kippwende, Delfinschwimmen mit Start und Wende, gesundheitsorientiertes Schwimmen – Aquafitness, Grundformen des Gestaltens im Wasser, Sicherheitserziehung</li> <li>- Grundlagen der Trainingslehre und -wissenschaft, der Bewegungslehre und -wissenschaft anhand von Beispielen (Trainingsgrundsätze, Trainingsplanung, Trainingskontrolle); Training konditioneller und koordinativer Fähigkeiten (Trainingsinhalte und -methoden); Gesundheit und Prävention (gesundheitsorientiertes Training, Vorbeugen von Verletzungen)</li> <li>- Bewegungstheoretische Ansätze anhand von Beispielen; Koordinationstraining – Techniktraining – Bewegungslernen; Bewegungsvorstellung, Bewegungsbeobachtung und Bewegungsanalyse als Voraussetzung für das Techniktraining</li> <li>- Didaktische und methodische Ansätze und Maßnahmen (Freude am Bewegen, sich erproben und vergleichen; Darstellung verschiedener Lehrmethoden erarbeiten; Relativwettkämpfe); Methodische Aspekte (schulergemäße Technikwahl, methodische Erleichterung und Annäherung, angemessene Lernschritte und Differenzierung)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden erwerben weiterführende Techniken der Leichtathletik und des Schwimmens und vertiefen und festigen ihr bisher erworbenes theoretisches und praktisches Wissen. Sie analysieren schulsportspezifische Trainings- und Lernprozesse unter Berücksichtigung sportwissenschaftlicher Teildisziplinen wie Trainings- / Bewegungswissenschaft sowie aus Sicht der Sportpädagogik und Sportdidaktik. Sie können Trainingsprozesse unter Berücksichtigung alters- und geschlechtsspezifischer Besonderheiten für den Schulsport planen und realisieren und Inhalte und Methoden für verschiedene Trainingsziele (Verbesserung konditioneller und koordinativer Fähigkeiten und Fertigkeiten, gesundheitsorientiertes Training) selbständig auswählen. Sie untersuchen sportartspezifische Techniken durch Anwendung bewegungsanalytischer Methoden und erkennen Aufbau und Phasen der betrachteten Bewegungsabläufe. Sie analysieren didaktische und methodische Ansätze und Maßnahmen für die Vermittlung sportmotorischer Fähigkeiten und Fertigkeiten im Schulsport und wenden diese in der Praxis an.	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Jeweils Vorgängerkurs I	
8	<b>Einpassung in</b>	Ab 1. Semester	

	<b>Musterstudienplan</b>	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Masters Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Sport
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	eine Hausarbeit (ca. 15 Seiten Unterrichtsentwurf) in einer Sportart (zugelostes Thema, keine Wahl)
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Hausarbeit (100 %)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jährlich
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	siehe Modulhandbuch Realschule auf der Seite des Instituts für Sportwissenschaft

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-79240	<b>Zweifach Sport: Kompetenz in Bewegung und Gesundheit II</b> (Competence in body mechanics and health II)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Psychologische Aspekte des (Schul-) Sports (1 SWS) S: Stärkung Gesundheitsressourcen 1 - (2 SWS) S: Stärkung Gesundheitsressourcen 2 (2 SWS)	1 ECTS 2 ECTS 2 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Mitarbeitende des Instituts für Sportwissenschaft und Sport	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Mayer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Trainings-, Übungs-, Bewegungs- und Spielformen zur Verbesserung der gesundheitsbezogenen Fitness (Kraft, Koordination, Ausdauer, Schnelligkeit, Beweglichkeit), Belastungssteuerung und Belastungsdosierung</p> <p>Bewegungs- und Spielformen der elementaren Bewegungs- und Spielerziehung sowie der musisch-ästhetischen Bewegungserziehung</p> <p>Bewegungs- und Spielformen, Übungs- und Trainingsformen zur Förderung der psychomotorischen Entwicklung</p> <p>Struktur und Komponenten der Gestaltung bewegungsbezogener Interventionen in der Schule: zur Verbesserung von Selbstwirksamkeit, gesundheitsbezogenem Wissen (Handlungs- und Effektwissen) bzw. Kompetenzen (Empowerment) etc.</p> <p>zur Verbesserung emotionaler Qualitäten (Bewegungsfreude, Spaß, Stimmung und Wohlbefinden, Entspannung)</p> <p>Gesundheitsbildung und Vermittlung von Selbstmanagement-techniken zur nachhaltigen Integration von Bewegung in den Lebensalltag</p> <p>Integration bewegungsbezogener Interventionen in den Schulalltag (bewegungsfreundliche Gestaltung des Schullalltags und der Schulumgebung, Rhythmisierung des Unterrichts, etc.)</p> <p>Sozialpsychologische Aspekte, z.B. Gruppenbildung, Kommunikationsstrategien, Gesprächsführung, Lehrerverhalten etc.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Studierende erwerben Bewegungs- und Steuerungskompetenzen zur Stärkung physischer und psychischer Gesundheitsressourcen. Sie beherrschen den Umgang mit unterschiedlichen Bewegungs-, Spiel-, Trainings- und Übungsformen zur Verbesserung der gesundheits-bezogenen Fitness und der motorischen Entwicklung sowie zur gezielten Stärkung psychosozialer Gesundheitsressourcen, und sie können verhaltensbezogene Techniken zur gezielten Hinführung und Bindung an körperliche Aktivität einsetzen. Die Studierenden reflektieren und analysieren die Einsetzbarkeit der verschiedenen Inhalte und Methoden zur Gesundheitsförderung im Setting Schule und setzen Methoden der Differenzierung. Individualisierung und Problemorientierung ein.</p> <p>Die Studierenden verstehen Prozesse der Gruppenbildung und des Rollenverhaltens von Lehrern und Schülern und können jene analysieren, sie können Techniken der Gesprächsführung anwenden</p>	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für</b>	Modul Kompetenz in Bewegung und Gesundheit I	

	<b>die Teilnahme</b>	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab 1. Semester
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Masters Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Sport
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<b>Ab 01.10.2013:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lehrprobe inkl. Hausarbeit (ca. 12 Seiten)</li> <li>- Klausur (60 – 90 Min.)</li> <li>- Studienleistung Essays (ca. 3 Seiten)</li> </ul>
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	<b>Ab 01.10.2013:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lehrprobe inkl. Hausarbeit (ca. 12 Seiten), 50%</li> <li>- Klausur (60 – 90 Min.), 50%</li> </ul> Studienleistung Essays (ca. 3 Seiten), bestanden
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jährlich
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	siehe Modulhandbuch Realschule auf der Seite des Instituts für Sportwissenschaft

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-79100	<b>Zweifach Sport: Kompetenz in Bewegung und Gesundheit III</b> (Competence in body mechanics and health III)	<b>10 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Interventionskonzepte und Qualitätsmanagement (3 SWS)  Projekt: Entwicklung und Umsetzung von Interventionen zur Gesundheitsförderung (3 SWS) (Bestehend aus Übung 1: Konzeptionalisierung von Gesundheitsförderung im Setting Schule Übung 2: Implementierung von Gesundheitsförderung im Setting Schule Übung 3: Evaluation von Gesundheitsförderung im Setting Schule)	3 ECTS  7 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Mitarbeitende des Instituts für Sportwissenschaft und Sport	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Rütten	
5	<b>Inhalt</b>	Seminar: QM und GF im Setting Schule Konzepte und Modelle des Qualitätsmanagements Konzepte und praktische Beispiele für Qualitätsmanagement von Bewegung und Gesundheit in der Schule Konzepte und praktische Beispiele von Schulentwicklungsansätzen für die Gestaltung einer gesunden Schule Konzepte, Modelle und Ansätze gesundheitsbezogener Interventionen auf verhaltensbezogener Ebene und im Setting Schule (Bewegung, Ernährung, Stress, etc.) Qualitätsmanagement der Konzeptualisierung, der Implementation und der Evaluation von Gesundheitsförderung im Setting Schule Übung 1: Konzeptionalisierung von Gesundheitsförderung im Setting Schule Bedingungsanalyse, Sachanalyse, didaktisch-methodische Analyse und konkrete Ausarbeitung einer Konzeption zur Durchführung einer gesundheitsbezogenen Intervention im Setting Schule Übung 2: Implementation einer gesundheitsbezogenen Intervention im Setting Schule Vorbereitung, Durchführung und Reflexion einer gesundheitsbezogenen Intervention Übung 3: Evaluation einer gesundheitsbezogenen Intervention im Setting Schule Vorbereitung, Durchführung und Reflexion der Evaluation einer gesundheitsbezogenen Intervention im Setting Schule	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Studierende lernen Schulentwicklungsansätze zur Gestaltung einer gesunden Schule kennen und können wichtige Prinzipien daraus anwenden. Sie lernen grundlegende Strategien und Prinzipien des Qualitäts- und Projektmanagements kennen. Studierende verstehen die Bedeutung des Qualitätsmanagements für die Planung und Umsetzung gesundheitsbezogener Interventionen und der Gestaltung einer gesunden Schule. In der Konzeptionalisierungsphase lernen Studierende, die konkreten Bedingungen der schulischen Lebenswelt (Schüler,	

		<p>Lehrer, räumliche Bedingungen, Entscheidungsstrukturen etc.) und die Vorgaben des Lehrplans mit der ihnen bekannten Sachstruktur von Bewegung und Gesundheit kennen. Sie können diese mit den Qualitätszielen und Inhalten von Schulentwicklungsansätzen zur Gestaltung einer gesunden Schule in Einklang bringen. Studierende können Prinzipien des Qualitätsmanagements anwenden.</p> <p>In der Implementationsphase lernen sie, die von ihnen konzipierte Intervention zur Gesundheitsförderung im Setting Schule unter Berücksichtigung von Strategien und Methoden des Qualitätsmanagements praktisch umzusetzen. Für die Umsetzung gesundheitsbezogener Interventionen im Unterricht entwickeln Studierende Kompetenzen hinsichtlich der didaktisch-methodischen Reduktion, der organisatorischen Flexibilität und eines adressatengerechten Lehrerverhaltens.</p> <p>Im Rahmen der Evaluation lernen sie Lehr- und Lernprozesse in der Schule in ihrem mikro-, meso- und makroorganisatorischen Kontext systematisch zu analysieren und zu bewerten. Sie entwickeln Kompetenzen in der Anwendung von Beobachtungs- und Befragungsmethoden, der Dokumentation sowie Prozess- und Ergebnisevaluation.</p>
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module "Kompetenz in Bewegung und Gesundheit I und II"
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab 1. Fachsemester
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Masters Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Sport
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<b>Ab 01.10.2013:</b> Portfolioprüfung: Mitarbeit in Arbeitsgruppen des Projekts mit Dokumentation der Ergebnisse und Projektbericht, Anwesenheitspflicht wg. Projektarbeit
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	<b>Ab 01.10.2013:</b> Portfolio 100%  –
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jährlich
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium 210 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	siehe Modulhandbuch Realschule auf der Seite des Instituts für Sportwissenschaft

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-79210	<b>Zweifach Sport: Kompositorische Lehrkompetenz II</b> (Teaching competence: Body composition II)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Gerätturnen II inkl. Bewegungskünste (2 SWS) S: Gymnastik mit Handgerät (1 SWS) S: Tanz II (1 SWS) S: Eislauf (1 SWS)	2 ECTS 1 ECTS 1 ECTS 1 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Mitarbeitende des Instituts für Sportwissenschaft und Sport	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Köstermeyer, Dr. Mayer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Bewegungsgrundformen Gerätturnen: Variationen und Kombinationen der Bewegungsformen des Gerätturnens (z.B. 8 Strukturelemente des normierten Gerätturnens und 4 Bewegungsebenen des normfreien Gerätturnens) und der Bewegungskünste (z.B. Akrobatik) Gymnastik/Tanz: Weitere Grundformen (Springen, Schwingen, Drehen) der Gymnastik und des Tanzes, Variationen und Kombinationen der Grundformen der Gymnastik mit und ohne Handgerät zu unterschiedlichen Musikstücken, Ausgewählte Erscheinungsformen des Tanzes, Einzel- und Gruppenkompositionen mit und ohne Musik, Präsentationstechniken (Raum, Aufstellungsformen, Einsätze) Eislauf: Gleiten, Kanten, Beschleunigen, Bremsen, Bogenfahren, Übersetzen vw und rw, verschiedene Spielformen auf dem Eis, Grundlagen Eishockey, Grundlagen Eistanz Biomechanische Grundlagen anhand von Beispielen Trainingsgrundlagen anhand von Beispielen, wie Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Beweglichkeit, Koordination Schulung der Körperwahrnehmung und des Körperbewusstseins (Informationsvermittlung über verschiedene Analysatoren z.B. optisch, akustisch, taktil, kinästhetisch und statico-dynamisch) Methodisch-didaktische Maßnahmen (z.B. Teil- und Ganzlernmethode) Lehrtätigkeit in Kleingruppen Beobachtungsaufgaben in Partner- und Gruppenarbeit Bewegungsaufgaben bearbeiten (z.B. einfache Improvisations) Bewegungsvorstellung auf vielfältige Weise schaffen (z.B. Kontrastlernen) Weise schaffen (z.B. Kontrastlernen)</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erwerben die weiterführenden Techniken des Gerätturnens und der Gymnastik/Tanz, um diese im Unterricht demonstrieren, deren Bewegungsausführungen beobachten und analysieren und alternative Lernwege für deren Vermittlung aufzeigen zu können. Darüber hinaus sind sie in der Lage alternative Bewegungsformen mit Schülern unterschiedlichen Leistungsniveaus anzuwenden. Sie sind befähigt sportmotorische Fähigkeiten und Fertigkeiten zu trainieren und diese in der Eigenrealisation umzusetzen. Die Studierenden analysieren unterschiedliche Vermittlungskonzepte mit sportwissenschaftlichen Kenntnissen und reflektieren diese kritisch. Sie sind in der Lage entsprechende Maßnahmen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Lerntypen zielorientiert methodisch einzusetzen und alternative Formen der Bewegungsfelder im Sinne der Mehrperspektivität (Gesundheit,</p>	

		Gestalten, Wagnis, Kooperation) zu planen und anzuwenden. Die Studierenden wählen musisch-rhythmische Begleitung sportartübergreifend nach methodischen Gesichtspunkten aus und setzen diese zielorientiert ein.
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Modul Individualmotorisch-kompositorische Kompetenz 1 (mit Ausnahme von Schwimmen und Leichtathletik) jeweils Vorgängerkurs
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab 1.Semester
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Masters Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Sport
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfungsleistung: eine Hausarbeit (ca. 15. Seiten Unterrichtsentwurf) in einer Sportart</li> <li>- Studienleistung: praktische Prüfung Eislauf</li> </ul>
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Prüfungsleistung: Hausarbeit (100%) Studienleistung: Praktische Prüfung Eislauf (bestanden)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jährlich
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	zwei Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	siehe Modulhandbuch Realschule auf der Seite des Instituts für Sportwissenschaft

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-79280	<b>Zweifach Sport: Lehrkompetenz Sportspiele II</b> (Teaching competence: Sports games II)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Kleine Spiele(1 SWS) S: Basketball II (1 SWS) S: Handball II (1 SWS) S: Volleyball II (1 SWS) S: Fußball II (1 SWS)	1 ECTS 1 ECTS 1 ECTS 1 ECTS 1 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Mitarbeitende des Instituts für Sportwissenschaft und Sport	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Hubert Schneider	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundtechniken der Sportart (Eigenrealisation)</li> <li>- Vermittlungsmethoden in der Sportart für Anfänger (Übungsreihen, Sicherheitsaspekte)</li> <li>- Elementare spieltaktische Maßnahmen</li> <li>- Grundkenntnisse der Regelkunde der Sportart</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden erwerben die weiterführenden Techniken unter gruppen- und mannschaftstaktischen Gesichtspunkten, um diese im Unterricht demonstrieren zu können. Ferner kennen sie die verschiedenen Vermittlungsmodelle für den Sportunterricht in Bezug auf die Spielsteuerung und wenden diese an. Sie analysieren und bewerten die Vermittlungsmodelle auf die Anwendbarkeit für verschiedene Zielgruppen.	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Jeweils bestandener Kurs 1	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab 1. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Masters Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Sport	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	eine Hausarbeit (ca. 15 Seiten Unterrichtsentwurf) in einer Sportart (zugelostes Thema, keine Wahl)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Hausarbeit (100 %)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jährlich	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium 75 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	siehe Modulhandbuch Realschule auf der Seite des Instituts für Sportwissenschaft	

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-79251/ PHI-79300	<b>Zweifach Sport: Sportdidaktische/ pädagogische Kompetenz II</b> (Didactical/pedagogical competence in sports II)  <i>Wichtiger Hinweis: Modul ist nicht mehr neu belegbar. Studierende, die bereits Teilleistungen begonnen haben, können das Modul zu Ende bringen. Alle anderen bitte die beiden neuen Module (PHI-9121 und Wipäd-9120) belegen.</i>	<b>10 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	V1: Didaktik/Pädagogik in bewegungs- und sportbezogenen Erfahrungsfeldern (1 SWS) V2: Erleben und Lernen im Sport-Trendsport (1 SWS) S1: Klettern o. Kajak o. Segeln o. MTB I o. Inlineskating o. Triathlon o. Zirkuskünste (2 SWS) S2: Didaktik/Pädagogik in bewegungs- und sportbezogenen Erfahrungsfeldern (2 SWS) Lehrübungen (2 SWS)	2 ECTS  1 ECTS 2 ECTS 3 ECTS  2 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Mitarbeitende des Instituts für Sportwissenschaft und Sport	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Kuhn
5	<b>Inhalt</b>	<p>Vorlesung und Seminar Sportpädagogik/-didaktik Prinzip der Mehrperspektivität als pädagogische Leitidee – die Erschließung der (Bewegungs-)Welt durch ausgewählte, relevante Perspektiven, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mit anderen umgehen in Sport, Spiel und Bewegung</li> <li>– sich spüren und sich gefühlvoll bewegen,</li> <li>– Eindruck und Ausdruck im Sich-Bewegen realisieren,</li> <li>– für das Gesundsein sorgen</li> <li>– mit Erscheinung und Aussehen umgehen (Habitus, Körperbild)</li> <li>– Etwas wagen und riskieren</li> <li>– Etwas leisten im Sport</li> </ul> <p>Besondere sportpädagogisch/-didaktische Reflexionsfelder im Sportunterricht und Schulsport:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mädchen und Jungen, Koedukation</li> <li>– Aggression und Gewalt,</li> <li>– Angst,</li> <li>– Leistungsbereitschaft und Leistungsbewertung, Wettkämpfen</li> </ul> <p>Vorlesung/Übung Erleben und Lernen im Sport</p> <p>Es werden erlebnispädagogische Modelle (Wagniserziehung, Abenteuerpädagogik, „The Mountains speak for themselves“, City Bound u.a..) behandelt. Hierbei wird vom Ablauf einer erlebnispädagogischen Maßnahme ausgehend eine Maßnahme zusammengestellt und nach den Vorgaben des City Bound durchgeführt. Hierzu absolvieren die Studierenden Lehrversuche inklusive der Auswertung der Maßnahme.</p> <p>MTB o. Klettern o. Kajak o. Segeln Kurs 1 o. Inlineskating</p> <p>In den Sportarten werden die Grundfertigkeiten in Eigenrealisation erworben. Hinzu kommen die spezifischen Vermittlungsmethoden der Sportart (Übungsreihen, Sicherheitsaspekte)</p>
6	<b>Lernziele und</b>	Ziele Vorlesung:

	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden entwickeln ihre Analyse- und Konstruktionsfähigkeit in Bezug auf Sportunterricht weiter. Sie vertiefen ihr Wissen über die Möglichkeiten und Grenzen der Entwicklung von Heranwachsenden durch Bewegung und Sport und wenden ihre didaktischen Kenntnisse in Bezug auf Erziehung/Bildung zum Sport/ zur Sportkultur an. Sie können selbständig Unterrichtsentwürfe in Bezug auf ausgewählte Themenbereiche des Schulsports wie Gesundheit, Leistung, Trendsport, Gender, analysieren und anwenden.</p> <p>Darüber hinaus wenden die Studierenden im Seminar selbständig didaktische Bausteine und Prinzipien zur Planung, Gestaltung, Analyse und Evaluation von Sportunterricht und Bewegungsangeboten an und variieren diese gemäß den Bedürfnissen der Adressatengruppe.</p> <p><b>SEMINAR</b></p> <p>Sie können adressatenorientiert und situationsgerecht Lehrangebote (Einzelstunden, aber auch Unterrichtsreihen) nach bestimmten Perspektiven und Themen didaktisch strukturiert und pädagogisch begründen, planen, realisieren und evaluieren. Sie verstehen Unterricht als Interaktionsprozess von Lehrenden und Lernenden</p> <p><b>Erlebnissport:</b></p> <p>Die Studierenden kennen die Unterschiede zwischen Erlebnis- und Trendsport (Skill vs. Thrill). Sie können erlebnissportliche Maßnahmen in verschiedenen Umwelten (Schule, Wohnumfeld, Natur) gezielt zur Förderung von sozialem Lernen (Kommunikation, Unterstützung, Teamarbeit) anwenden und in den Alltag transferieren.</p> <p>In den sportartenbezogenen Veranstaltungen erwerben die Studierenden die notwendigen Fähigkeiten, um in der jeweiligen Sportart aktiv zu sein (Eigenrealisation). Darüber hinaus kennen die Studierenden die Vermittlungswege der Sportart und sie können diese vielfältig anwenden und zielgruppenspezifisch in verschiedenen Lernsituationen (Wagnis eingehen, Umgang mit Angst, Eindruck, Naturerleben, ...) einsetzen.</p> <p><b>Lehrübungen:</b> Die Studierenden planen, realisieren und evaluieren konkrete Beispiele des Sportunterrichts mit jugendlichen Adressaten aus dem Bereich der Schule oder des Vereins. Sie wenden dabei die Kenntnisse und Erfahrungen aus den Lehrversuchen und Unterrichtsentwürfen an, die sie in den Veranstaltungen für das Modul „Didaktisch-/pädagogische Kompetenz I“ erworben haben. Durch das eigene Unterrichten erfahren sie sich aktiv als Lehrperson und erweitern dabei ihre persönlichen, fachlich- didaktischen und pädagogischen Kompetenzen.</p>
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Modul Sportdidaktische /-pädagogische Kompetenz I
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab 1. Semester
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Masters Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Sport
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Studienleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– eine Lehrprobe in den Lehrübungen,</li> <li>– ein Portfolio (Hausarbeit oder Protokoll oder Klausur oder Präse oder Gruppenarbeit) in den Vorlesungen und dem Seminar Didaktik/ Pädagogik des Moduls</li> </ul>

		Prüfungsleistung (benotet): eine praktisch-didaktische Prüfung im S: Klettern etc.
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	eine Lehrprobe in den Lehrübungen (bestanden), ein Portfolio (Hausarbeit o. Protokoll o. Klausur 90 Min o. Präsentation o. Gruppenarbeit) in jeder weiteren Lehrveranstaltung (bestanden) S1: eine praktisch-didaktische Prüfung in der gewählten Sportart des Seminars Klettern/Kajak/Segeln/ Inline/Triathlon/Zirkuskünste (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	V1: Didaktik/Pädagogik in bewegungs- und sportbezogenen Erfahrungsfeldern: SS V2: Erleben und Lernen im Sport-Trendsport – WS S1: Klettern o. Kajak o. Segeln o. MTB I SS S2: Didaktik/Pädagogik in bewegungs- und sportbezogenen Erfahrungsfeldern – WS Lehrübungen – WS
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium 180 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	Zwei Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	Ausgewählte Themenheft und Beiträge aus der Zeitschrift „Sportpädagogik“ Literatur aus dem Modul „Didaktische/ Pädagogische Kompetenz I“ Die aktuellen Literaturangaben zu den Sportarten im Bereich Erlebnissport liegen auf Laufwerk M vor.

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-79121	<b>Zweifach Sport: Sportpädagogische/-didaktische Kompetenz II</b> (Pedagogical/ didactical competence in sports II)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Normative und empirische Sportpädagogik/-didaktik (2 SWS) V: Normative und empirische Sportpädagogik/-didaktik (1 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Mitarbeitende des Instituts für Sportwissenschaft und Sport	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Sygusch, Dr. Köstermeyer	
5	<b>Inhalt</b>	<p><u>Seminar:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sportdidaktisches Konzept der Mehrperspektivität</li> <li>- Förderkonzept Psychosoziale Ressourcen im Sport</li> <li>- Evaluationsforschung</li> <li>- Differenzanalytische Studien</li> </ul> <p><u>Vorlesungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sportpädagogik/-didaktik als normative und empirische Teildisziplin der Sportwissenschaft</li> <li>- Normative Sportpädagogik: <ul style="list-style-type: none"> <li>- bildungstheoretische u. a. Ansätze der Sportpädagogik</li> <li>- sportpädagogische Betrachtung sportwissenschaftlicher Themen: Gesundheit, Leistung, Kooperation</li> <li>- sportdidaktisches Konzept der Mehrperspektivität</li> <li>- Förderkonzept Psychosoziale Ressourcen im Sport</li> </ul> </li> <li>- Empirische Sportpädagogik: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forschungsmethoden in der Sportpädagogik</li> <li>- Wirkungsforschung – Evaluationsforschung – Differenzanalytische Studien</li> <li>- Beispiele sportpädagogischer Forschung</li> </ul> </li> </ul> <p>Rahmenbedingungen von Sportunterricht: Lehrer und Schüler</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>In diesem Modul sollen die Studierenden im Hinblick auf die Kompetenzbereiche <b>Unterrichten, Erziehen, Beurteilen</b> und <b>Innovieren</b> Wissen erwerben sowie eigenes Können erproben und reflektieren.</p> <p><u>Vorlesung:</u> Die Studierenden erhalten durch Vortrag, Gruppenarbeit und Textlektüre deklaratives Wissen zu den o. g. Inhalten der normativen und empirischen Sportpädagogik/-didaktik. Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- besitzen grundlegendes und weiterführendes breites Wissen zu den o. g. Inhalten</li> <li>- können Erfahrungen der eigenen Sportsozialisation mit diesem Wissen kritisch reflektieren</li> <li>- können grundlegendes Wissen und eigene Beispiele formulieren und – gemäß wissenschaftlichen Standards – nachvollziehbar darlegen</li> </ul> <p><u>Seminar:</u> Die Studierenden erhalten durch problemorientiertes Vorgehen (kompetenzorientierte Vermittlung) einen Zugang zu normativen und empirischen Themen und Problemstellungen der Sportpädagogik/-didaktik. Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- besitzen vertiefte Kenntnisse von der theoretischen Grundidee</li> </ul>	

		<p>und der praxisrelevanten Anwendung der Konzepte „Mehrperspektivität“ und „Psychosoziale Ressourcen im Sport“</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- besitzen forschungsmethodische Kenntnisse zur Evaluationsforschung und zu Differenzstudien in sportpädagogischen Anwendungsfeldern</li> <li>- können dieses Wissen in sportpädagogischen Feldern (u. a. Schule, Sportverein) praktisch anwenden und theoriegeleitet reflektieren</li> <li>- können dieses Wissen in eigenen empirischen Studien anwenden und entsprechende Praxis (in Evaluations- oder Differenzstudien) untersuchen</li> <li>- können dieses Wissen, ihre Praxiserfahrungen sowie ihre empirischen Studien reflektieren, aufbereiten und – gemäß wissenschaftlicher Standards - präsentieren.</li> </ul>
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Modul Sportdidaktische /-pädagogische Kompetenz I
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab 1. Semester
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Masters Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Sport
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	S: Hausarbeit (ca. 12 Seiten) V: Klausur (60 min.)
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	S: Hausarbeit 60 % V: Klausur 40%
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jährlich
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	siehe Modulhandbuch Realschule auf der Seite des Instituts für Sportwissenschaft

1	<b>Modulbezeichnung</b> Wipäd-59120	<b>Zweifach Sport: Sportpädagogische/- didaktische Kompetenz III</b> (Pedagogical/ didactical competence in sports II)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	S: Klettern o. Wassersport o. MTB o. Inlineskating o. Triathlon o. Zirkuskünste o. Kampfkünste o. entsprechende Angebote (2 SWS) Lehrübungen für den Sportunterricht (2 SWS)	3 ECTS  2 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Mitarbeitende des Instituts für Sportwissenschaft und Sport	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Sygusch, Dr. Köstermeyer
5	<b>Inhalt</b>	<p><u>Seminar Lehrübungen für den Sportunterricht:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planung, Durchführung und Auswertung von Unterrichtsstunden für unterschiedliche Jahrgangsstufen in verschiedenen Handlungsfeldern und pädagogischen Perspektiven</li> <li>- Transfer didaktischer Grundlagen aus der Theorie in die Praxis</li> <li>- Eigen- und Fremdbeobachtung von Lehrerhandeln in Unterrichtssituationen</li> <li>- Reflexions- und Feedbackmethoden</li> </ul> <p><u>MTB oder Klettern oder Kajak oder Segeln oder Inlineskating oder Triathlon oder Zirkuskünste oder Kampfkünste:</u> In den Sportarten werden die Grundfertigkeiten in Eigenrealisation erworben. Zusätzlich lernen die Studierenden anhand von Lehrversuchen die Sportart aus der Rolle des Vermittlers kennen. Das erforderliche sportartspezifische theoretische Wissen wird über gesonderte theoretische Lehreinheiten vermittelt.</p> <p>Klettern. Die Sportart Klettern beginnt mit einem Kurs „Bouldern“ indoor im Wintersemester. Im Sommersemester erfolgt der Kurs „Klettern mit Seil“ am Kletterturm. Dieser kann optional im freien Bereich belegt werden.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><u>Seminar Lehrübungen für den Sportunterricht:</u> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verfügen über vertiefte Kompetenzen in den Bereichen Unterrichten und Erziehen</li> <li>- können Erfahrungen aus der Theorie und Praxis der Sportarten mit ihren Kenntnissen sportpädagogisch/-didaktischer Grundlagen zur Planung, Durchführung und Auswertung einer Unterrichtsstunde verknüpfen</li> <li>- können selbstständig literaturbasiert Unterricht planen</li> <li>- kennen die Grundelemente eines Unterrichtsentwurfs und sind in der Lage, am Beispiel einer selbst geplanten Unterrichtsstunde einen Unterrichtsentwurf zu verfassen</li> <li>- sind in der Lage, den geplanten Stundenverlauf mit wenigen Abweichungen in die wirkliche Lehr-Lernsituation zu übertragen</li> <li>- können Unterrichtsstunden vor dem Hintergrund ausgewählter Kategorien beobachten, einschätzen und reflektieren</li> <li>- können das eigene aber auch das Lehrverhalten anderer kritisch reflektieren und die Konsequenzen des Lehrerhandelns für die Unterrichtssituation und den Unterrichtsverlauf einordnen.</li> </ul>

		<p><u>Erlebnissport</u> Die Studierenden kennen die Unterschiede zwischen Erlebnis- und Trendsport (Skill vs. Thrill). Sie können erlebnissportliche Maßnahmen in verschiedenen Umwelten (Schule, Wohnumfeld, Natur) gezielt zur Förderung von sozialem Lernen (Kommunikation, Unterstützung, Teamarbeit) anwenden und in den Alltag transferieren.</p> <p>In den sportartenbezogenen Veranstaltungen erwerben die Studierenden die notwendigen Fähigkeiten, um in der jeweiligen Sportart aktiv zu sein (Eigenrealisation): Darüber hinaus kennen die Studierenden die Vermittlungswege der Sportart und sie können diese vielfältig anwenden und zielgruppenspezifisch in verschiedenen Lernsituationen (Wagnis eingehen, Umgang mit Angst, Eindruck, Naturerleben, ...) einsetzen.</p>
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Modul Sportdidaktische /-pädagogische Kompetenz I
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab 1. Semester
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Masters Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Sport
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: S: eine praktisch-didaktische Prüfung in einer Sportart Lehrübungen: Lehrprobe (inkl. Schriftlicher Stundenentwurf)
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	S: Studienleistung bestanden Lehrübung: Studienleistung bestanden
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jährlich
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	siehe Modulhandbuch Realschule auf der Seite des Instituts für Sportwissenschaft

1	<b>Modulbezeichnung</b> PHI-79190	<b>Zweifach Sport: Sportwissenschaftliche Basiskompetenzen II</b> (Sports science, Basic skills II)	<b>5 ECTS</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	V: Sportmedizin/Sportbiologie II (1 SWS) S: Bewegungsbeobachtung/Motorisches Lernen (1 SWS) V: Trainingslehre (1 SWS) V: Bewegungslehre II (1 SWS)	2 ECTS 1 ECTS 1 ECTS 1 ECTS
3	<b>Lehrende</b>	Mitarbeitende des Instituts für Sportwissenschaft und Sport	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Lochmann	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alters- und geschlechtsspezifische sportmedizinische Grundlagen</li> <li>- Sportmedizinische Aspekte von Training und Leistung</li> <li>- Methoden der Bewegungsbeobachtung und Bewegungsanalyse</li> <li>- Praxis der Bewegungsbeobachtung und –analyse an ausgewählten Beispielen</li> <li>- Methoden und Probleme des motorischen Lehrens und Lernens im Kindes-, Jugend- und Erwachsenenalter <ul style="list-style-type: none"> <li>- Training mit Kindern und Jugendlichen</li> <li>- Training im Schulsport</li> <li>- Training im Gesundheits- und Leistungssport</li> <li>- Sportartspezifisches Training</li> </ul> </li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden verfügen über erweiterte Kenntnisse der Sportbiologie, Bewegungslehre und Trainingslehre. Sie kennen die physiologischen Besonderheiten verschiedener Altersgruppen bzw. der Geschlechter und können diese für die Planung sportlicher Aktivitäten der verschiedenen Zielgruppen nutzen. Sie können Trainingsprozesse für Schulsport, Freizeitsport, Gesundheitssport und Leistungssport planen und realisieren sowie analysieren und bewerten sowie sportmotorische, biologische und biomechanische Anpassungs- und Veränderungsprozesse erklären. Sie verstehen die Prozesse und Probleme des motorischen Lernens in Bezug auf die (motorische) Ontogenese im Kindes-, Jugend- und Erwachsenenalter unter Berücksichtigung entwicklungsrelevanter physiologischer und psychomotorischer Aspekte.	
7	<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Sportwissenschaftliche Basiskompetenzen I	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab 1. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Masters Wirtschaftspädagogik, Studienrichtung II: Pflichtmodul im Zweifach Sport	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Studienleistung 1 Hausarbeit (ca. 12 Seiten) o. Präsentation (ca. 20 Minuten) o. Klausur (60 Min) im Seminar	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Studienleistung bestanden	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	V: Sportmedizin/Sportbiologie II: WS S Bewegungsbeobachtung/Motorisches Lernen: SS V Trainingslehre SS V Bewegungslehre WS	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	Zwei Semester	
15	<b>Unterrichts- und</b>	Deutsch	

	<b>Prüfungssprache</b>	
16	<b>(Vorbereitende) Literatur</b>	siehe Modulhandbuch Realschule auf der Seite des Instituts für Sportwissenschaft

## Modulbeschreibungen für das Fach Englisch im Lehramtsstudiengang L-UF

Version 15.02.2017

Hinweis: Verbindliche Angaben zu Prüfungsformen und -leistungen finden sich ausschließlich in den jeweils gültigen Prüfungsordnungen.

<b>Name and Code</b>	<b><i>Basismodul I: Language</i></b>	10 ECTS
<b>Type</b>	<i>Basismodul</i> ; can be part of the GOP ( <i>Grundlagen- und Orientierungsprüfung</i> )	
<b>Courses</b>	<i>Grundseminar Language</i> (2 SWS) <i>Aufbauseminar Language</i> (2 SWS)	
<b>Module co-ordinator</b>	Gayle Goldstick and Dr. Ines Zwanger	
<b>Syllabus</b>	<p>Focussing on different areas of UK and US <i>Landeskunde</i>, such as Education, Politics &amp; Current Issues, and Media, and using a range of different text types, both American and British, as well as audio-visual material, each unit will cover specific areas of grammar, and there will be a range of materials and exercises aimed at expanding and enhancing students' vocabulary. In addition, there will be an assortment of tasks and sections aimed at helping students develop their language learner autonomy. Students are required to work with <i>Remedial Grammar Advanced (RMG-A)</i>, an interactive learning tool, which forms an integral part of the course.</p> <p>We recommend that students take and pass the <i>Grundseminar</i> before they register for the <i>Aufbauseminar</i>.</p> <p>The focus is on skills development through collaborative learning strategies, such as dialogue-orientated and argumentative speaking tasks, contextualised and stylistically adequate oral and written receptive and productive communication tasks, active use of a range of different media.</p>	
<b>Aims and Objectives</b>	Achieving excellent receptive competence in English (reading and listening skills); achieving solid productive competence (speaking and writing). Use-related language skills (register, style) depending on the context of situation and the addressees; media and text skills.	
<b>Pre-requisites</b>		
<b>Requirements</b>	Regular and active participation, final exams.	
<b>Stage</b>	1 <sup>st</sup> -3 <sup>rd</sup> Semester	
<b>Part of degree programmes</b>	BA English and American Studies L-GYM L-UF	
<b>Assessment</b>	Regular and active attendance GS Language: written exam (60 mins) AS Language: written exam (90 mins)	
<b>Calculation of module mark</b>	The better one of the exam results will be used as module mark.	
<b>Frequency</b>	The module is offered on a yearly basis.	
<b>Workload</b>	300 hours	
<b>Duration</b>	2 semesters	
<b>Language</b>	English	
<b>Required Reading</b>	Geoff Sammon, <i>Exploring English Grammar</i> . Berlin: Cornelsen, 2002; Michael Swan, <i>Practical English Usage</i> . Oxford: OUP, 2005.	

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Elementarmodul L-UF Linguistics</b>	8 ECTS
<b>Modultyp</b>	Elementarmodul, Pflichtmodul, kann Teil der GOP (Grundlagen- und Orientierungsprüfung) sein	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Grundseminar Englische Linguistik (2 SWS) (anwesenheitspflichtig) Aufbauseminar Englische Linguistik (2 SWS) (anwesenheitspflichtig)	
<b>Modulverantwortlicher</b>	Peter Uhrig	
<b>Inhalt</b>	<p>Im Elementarmodul werden die Studierenden mit folgenden linguistischen Konzepten und Ansätzen vertraut gemacht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linguistik als deskriptive Disziplin</li> <li>• Phonetik und Phonologie</li> <li>• Syntax und Grammatik</li> <li>• Morphologie, Wortbildung, Lexikologie und Phraseologie</li> <li>• Semantik</li> <li>• Pragmatik</li> <li>• Kontrastive Linguistik</li> <li>• Lexikografie</li> </ul> <p>Soweit es in diesem Elementarmodul möglich ist, werden den Studierenden unterschiedliche Ansätze innerhalb der verschiedenen linguistischen Teilbereiche präsentiert.</p>	
<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>vermittelt, die es den Studierenden ermöglichen, erste Einsichten in das Wesen von Sprache im Allgemeinen und des Englischen im Besonderen zu erlangen. Daneben werden die Studierenden an die Methodik der linguistischen Analyse herangeführt.</p> <p>Im ersten Semester lernen die Studierenden Konzepte und Ansätze aus der Perspektive eines als Standardmodell anerkannten linguistischen Modells. Durch die gemeinsame Arbeit an Sprachmaterial, die sich über den gesamten Semesterverlauf zieht, erarbeiten sich Studierende im gegenseitigen, diskursiven Austausch ein grundständiges Wissen um grundlegende linguistische Begrifflichkeit und die kritische Methode, die sie im Seminarverbund anwenden.</p> <p>Im zweiten Semester werden diese Beschreibungen dann durch alternative Theorien und Ansätze kontrastiert. Studierende verstehen den Umgang mit Termini und Methoden auch im Kontext von unterschiedlichen linguistischen Theoriemodellen und können verschiedene Ansätze kritisch analysieren und hinterfragen, wobei sie zusätzlich grundsätzliche Fähigkeiten der kritischen Argumentation erwerben.</p> <p>Die Einführung in linguistische Disziplinen wie Soziolinguistik und historische Linguistik dient außerdem dazu, den Studierenden grundlegende Fakten über den historischen und kulturellen Hintergrund englischsprachiger Länder, vor allem Großbritanniens und der USA, zu vermitteln. Auf diese Weise können linguistische Konzeptionen in einen größeren soziokulturellen Kontext eingebettet werden.</p>	
<b>Voraussetzung für die Teilnahme</b>	Es wird empfohlen, das Grundseminar Linguistics erfolgreich abzuschließen, bevor der Aufbauseminar Linguistics belegt wird.	
<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1.-3. Fachsemester	
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	L-UF	
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Grundseminar: Klausur (90 Min.) Aufbauseminar: Klausur (70 Min.)	
<b>Berechnung Modulnote</b>	Modulnote = Note der besseren Klausur	
<b>Turnus des Angebots</b>	Das Modul wird mindestens jedes zweite Semester angeboten.	
<b>Arbeitsaufwand</b>	240 Stunden	
<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester	

<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Vorbereitende Literatur</b>	Wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Elementarmodul L-UF Literature</b>	7 ECTS
<b>Modultyp</b>	Elementarmodul, Pflichtmodul, kann Teil der GOP (Grundlagen- und Orientierungsprüfung) sein	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Grundseminar Literature (2 SWS) (anwesenheitspflichtig) Lektüreseminar (2 SWS) (anwesenheitspflichtig)	
<b>Modulverantwortlicher</b>	Harald Zapf	
<b>Inhalt</b>	Das Modul führt in die englische und amerikanische Literatur und die anglistisch/amerikanistische Literaturwissenschaft ein. Ausgehend von einer Einführung in die grundsätzlichen literaturwissenschaftlichen Begrifflichkeiten und Gattungen erfolgt eine kritische Beschäftigung mit dem System Literatur, die die Diskursivität seiner Bewertungsstrukturen offen legt. Im Rahmen der Lektüre anglistisch/amerikanistischer Werke aus verschiedenen Jahrhunderten werden die erlernten Begrifflichkeiten und Ansätze praktisch angewendet und eingeübt; dabei wird die historische Bedingtheit sowohl des Schreib- als auch des Leseaktes kritisch miteinbezogen.	
<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Durch die gemeinsame Textarbeit, die sich i.d.R über den gesamten Semesterverlauf zieht, erarbeiten sich Studierende im gegenseitigen, diskursiven Austausch ein grundständiges Wissen um grundlegende literaturwissenschaftliche Begrifflichkeit und Methoden sowie die literaturwissenschaftlichen Gegenstands-bereiche des Anglistik-/Amerikanistikstudiums, die sie im Seminarverbund anwenden, so dass sie eigenständige Analysen, Interpretationen und Wertungen von ausgewählten Beispielen aus dem englischsprachigen Textkorpus vornehmen können (insb. Grundseminar). Anhand der Lektüre und gemeinsamen Diskussion (v.a. Lektüreseminar) von englischen und amerikanischen Werken aus verschiedenen Jahrhunderten erschließen sich die komplexen historischen und kulturellen Bedingungen textlicher Kodierung und Dekodierung, deren Kenntnis zur Erlernung einer kompetenten und kritischen Lektürepraxis und der Fähigkeit, die Ergebnisse dieser Praxis in der Diskussion zu artikulieren, entscheidend beitragen.	
<b>Voraussetzung für die Teilnahme</b>	Es wird empfohlen, das Grundseminar Literature erfolgreich abzuschließen, bevor das Lektüreseminar Literature belegt wird.	
<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1.-3. Fachsemester	
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	L-UF	
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Grundseminar: Klausur (90 Min.) Lektüreseminar: Klausur (60 Min.)	
<b>Berechnung Modulnote</b>	Modulnote = Note der besseren Klausur	
<b>Turnus des Angebots</b>	Das Modul wird mindestens jedes zweite Semester angeboten.	
<b>Arbeitsaufwand</b>	210 Stunden: Präsenzveranstaltung inklusive Vor- und Nachbereitung (160 Stunden), Arbeitsgruppen (20 Stunden) und Abschlussklausuren inklusive Vorbereitung (30 Stunden)	
<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester	
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch / Deutsch	
<b>Vorbereitende Literatur</b>	Wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.	

<b>Name and Code</b>	<b>Elementarmodul L-UF Landeskunde</b>	8 ECTS
<b>Type</b>	Elementarmodul, Pflichtmodul	
<b>Courses</b>	Vorlesung ( <i>Lecture</i> ) Landeskunde USA/GB (2 SWS) Seminar ( <i>Tutorial</i> ) Landeskunde (2 SWS)	
<b>Module Co-ordinator</b>	Gayle Goldstick	
<b>Syllabus</b>	The following topics are covered: The British / American Context, History, Geography, Government, Education, Religion & Holidays, Politics, Media, Arts & Sports, Cultural Concepts.	
<b>Aims and Objectives</b>	The module provides the foundations for a cultural understanding of the US and the UK. Contrastive and intercultural understanding and competence.	
<b>Pre-requisites and Restrictions</b>	Students must attend the lecture and the tutorial in the same semester!	
<b>Stage</b>	3rd semester	
<b>Part of degree programmes</b>	L-UF	
<b>Assessment</b>	Final exam (Lecture and Tutorial) (90 mins)	
<b>Calculation of module mark</b>	Final exam: Lecture 2/3, Tutorial 1/3	
<b>Frequency</b>	The module is offered on a yearly basis.	
<b>Workload</b>	240 hours	
<b>Duration</b>	1 semester	
<b>Language</b>	English	
<b>Required Reading</b>	John Oakland, <i>British Civilization</i> (latest edition); David Mauk & John Oakland, <i>American Civilization</i> (latest edition).	

<b>Name and Code</b>	<b>Vertiefungsmodul L-UF Language</b>	12 ECTS
<b>Type</b>	Vertiefungsmodul, Pflichtmodul	
<b>Courses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Writing in Academic Contexts (2 SWS) (compulsory attendance)</li> <li>• Phonetics 1: Theory (1 SWS)</li> <li>• Phonetics 2/3: Error Treatment and Pronunciation Practice (2 SWS) (compulsory attendance)</li> <li>• Übersetzung E-D (2 SWS) (compulsory attendance)</li> </ul>	
<b>Lecturers</b>	NN	
<b>Module Co-ordinators</b>	Jonathan Beard & Katie Snow	
<b>Syllabus</b>	<p>Writing Skills: style, vocabulary, and grammar. Students are encouraged to develop a portfolio of their work to keep track of their progress. Stylistically adequate written communication across a range of genres; peer review, continuous assessment.</p> <p>The basic principles of the production and use of sounds in English will be introduced and the sound inventory of English will be analysed from the perspective of German learners of English at university level. Students learn about the physiology of sound production as well as phenomena of connected speech such as linking, weakening and assimilation. Although no active phonetic transcription is required, students are expected to develop a receptive command of IPA principles and symbols.</p> <p>Typically German pronunciation problems and how to overcome them. Basic awareness of non-standard features of native English in order to enhance students' listening comprehension. Practical pronunciation training in language lab, feedback, collaborative learning, peer review. Enhancing spoken communication and presentation skills; issues of style and register; small group discussions, debates, presentations. Argumentative speaking; presentation, media and discussion skills; giving and receiving constructive feedback.</p> <p>Translation techniques (English-German), such as the question of what makes a good translation or how literal a translation should be; translation practice; contrastive and intercultural language skills, translation critique.</p>	
<b>Aims and Objectives</b>	<p>Introduction to phonetics and improved pronunciation through feedback-oriented practical training.</p> <p>Improving students' writing skills, oral skills, focus on style, register and group work (peer review); improved pronunciation.</p> <p>Contrastive and intercultural awareness and competencies, collaborative learning strategies, translation and mediation.</p>	
<b>Pre-requisites and restrictions</b>	<p>Students need to have completed the Basismodul Language before they can register for courses in the Vertiefungsmodul. Phonetics 1 is the prerequisite for Phonetics 2/3; Phonetics 2/3 should be taken concurrently.</p>	
<b>Stage</b>	3th to 5th semester	
<b>Part of degree programmes</b>	L-UF	
<b>Assessment</b>	<p>Portfolio Assessment: Regular and active attendance and continuous assessment</p> <p>Writing Tasks: 5 pages</p> <p>Written exam: 60 minutes</p> <p>Audio exam: 10 minutes</p>	
<b>Calculation of module mark</b>	<p>Writing Tasks: 50 %</p> <p>Written exam: 25%</p> <p>Recording: 25%</p>	
<b>Frequency</b>	The module is offered on a yearly basis.	
<b>Workload</b>	360 hours	

<b>Duration</b>	2-3 semesters
<b>Language</b>	English
<b>Required Reading:</b>	To be announced at the beginning of the courses.

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Seminarmodul L-UF Linguistics</b>	5 ECTS
<b>Modultyp</b>	Pflichtmodul / Wahlpflichtmodul	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Proseminar (2 SWS) (anwesenheitspflichtig)	
<b>Modulverantwortlicher</b>	Michael Klotz	
<b>Inhalt</b>	<p>Im Seminarmodul L-UF Linguistics beschäftigen sich die Studierenden intensiv mit einer linguistischen Teildisziplin. Nach einer Wiederholung grundlegender Modelle, die für diese Teildisziplin relevant sind, vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse, indem sie unterschiedliche Bereiche und Ansätze der Teildisziplin kennenlernen und diskutieren. Darüber hinaus wählen die Studierenden einen thematischen Schwerpunkt, den sie selbstständig bearbeiten. Linguistische Teildisziplinen, die in diesem Modul behandelt werden, können eher theoretischer Natur (z.B. Syntax, Phonetik / Phonologie, Semantik) oder angewandter Natur (z.B. Lexikografie, Korpuslinguistik, Linguistics and Language Teaching) sein.</p>	
<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Im Seminarmodul L-UF Linguistics werden die theoretischen Ansätze, die die Studierenden im Elementarmodul kennengelernt haben vertieft und auf eine höhere Reflexionsstufe gestellt. Im diskursiven Austausch mit anderen Seminarteilnehmenden erwerben und vertiefen die Studierenden dabei die Fähigkeit, wissenschaftlich begründete Positionen argumentativ zu vertreten und kritisch zu reflektieren. Die Studierenden lernen, unterschiedliche linguistische Modelle und Lösungsansätze zu diskutieren und evaluieren. Darüber hinaus beschäftigen sich die Studierenden erstmals eigenständig mit der Deskription und Analyse linguistischer Daten.</p> <p>Auf der Ebene der <i>Study Skills</i> verbessern die Studierenden ihre Fähigkeiten im Erarbeiten und Halten mündlicher Präsentationen. Weiterhin werden die Studierenden auf das Verfassen einer schriftlichen Hausarbeit vorbereitet, wobei insbesondere Aspekte wie Umgang mit wissenschaftlichen Quellen, sprachlicher Ausdruck und Eingrenzung eines Themas im Vordergrund stehen.</p> <p>Eine Adressaten-, situations- und themenadäquate Textkompetenz wird erlangt, sowie das Geben und Verarbeiten von Feedback aus der Gruppe (<i>peer review</i>).</p>	
<b>Voraussetzung für die Teilnahme</b>	Erfolgreiche Teilnahme am Elementarmodul L-UF Linguistics	
<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	3.-6. Semester	
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	L-UF	
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Hausarbeit	
<b>Berechnung Modulnote</b>	Hausarbeit: 100%	
<b>Turnus des Angebots</b>	Das Modul wird mindestens jedes zweite Semester angeboten.	
<b>Arbeitsaufwand</b>	150 Stunden	
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch	
<b>Vorbereitende Literatur</b>	Wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.	

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Seminarmodul L-UF Literature</b>	5 ECTS
<b>Modultyp</b>	Pflichtmodul / Wahlpflichtmodul	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Proseminar (2 SWS) (anwesenheitspflichtig)	
<b>Modulverantwortlicher</b>	N.N.	
<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul greift zentrale Inhalte und Methoden des Elementarmoduls Literature auf und vertieft diese exemplarisch an einem zentralen Gegenstandsbereich der anglistisch/amerikanistischen Literaturwissenschaften. Dabei stehen literaturtheoretische Fragestellungen ebenso im Mittelpunkt wie historische und kulturelle Kontextualisierungen.</p> <p>Das Modul trainiert zudem die schriftliche Darstellung von Zusammenhängen unter besonderer Berücksichtigung von literaturwissenschaftlicher Terminologie und Methodik.</p>	
<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Studierende sollen das im Basismodul Literature erworbene Wissen vertiefen und ein höheres theoretisches Reflexionsniveau erreichen. Das Modul festigt die fachwissenschaftliche Kompetenz, deren Grundlage in den ersten Semestern gelegt wurde.</p> <p>Der Schwerpunkt der <i>study skills</i> liegt auf den formalen Aspekten des wissenschaftlichen Arbeitens sowie dem schriftlichen Ausdruck, insbesondere dem Verfassen wissenschaftlicher Arbeiten. Im diskursiven Austausch mit anderen Seminar-teilnehmenden erwerben und vertiefen die Studierenden außerdem die Fähigkeit, wissenschaftlich begründete Positionen argumentativ zu vertreten und kritisch zu reflektieren. Eine Adressaten-, situations- und themenadäquate Textkompetenz wird erlangt, sowie das Geben und Verarbeiten von Feedback aus der Gruppe (<i>peer review</i>).</p>	
<b>Voraussetzung für die Teilnahme</b>	Erfolgreiche Teilnahme am Elementarmodul L-UF Literature	
<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	3.-6. Semester	
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	L-UF	
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Hausarbeit	
<b>Berechnung Modulnote</b>	Hausarbeit: 100%	
<b>Turnus des Angebots</b>	Das Modul wird mindestens jedes zweite Semester angeboten.	
<b>Arbeitsaufwand</b>	150 Stunden: Präsenzveranstaltung inklusive Vor- und Nachbereitung (120 Stunden), Erstellen einer wissenschaftlichen Hausarbeit (30 Stunden)	
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch / Deutsch	
<b>Vorbereitende Literatur</b>	Wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.	

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Basismodul Englischdidaktik</b>	5 ECTS
<b>Modultyp</b>	Basismodul, Pflichtmodul	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Einführungsseminar TEFL (2 SWS) (anwesenheitspflichtig) Proseminar (2 SWS) (anwesenheitspflichtig)	
<b>Modulverantwortlicher</b>	N.N.	
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprachlerntheorien, Spracherwerb</li> <li>• Grundlagen der Didaktik und Methodik des kommunikativen Fremdsprachenunterrichts</li> <li>• Einsicht in Prozesse des Sprachlernens und der Sprachvermittlung</li> <li>• Grundsätze einer fachbezogener Diagnose sprachlicher Leistungen</li> <li>• Literaturdidaktik</li> <li>• Mediendidaktik</li> <li>• Interkulturelles Lernen</li> </ul>	
<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur theoriegeleiteten fachdidaktischen Reflexion (z.B. Erfahrungs- und Wissensbasis von Englischlehrkräften, Fachliteratur, Unterrichtsinhalten)</li> <li>• Grundlegende Konzepte, Ansätze und Methoden der Fremdsprachendidaktik kennen, berufsbezogene – schulische wie außerschulische – Kontexte, Grundlagen des Fremdspracherwerbs, Schwerpunktfragen des Fremdsprachenunterrichts kennen</li> <li>• Durch einen über das gesamte Semester stattfindenden diskursiven Austausch mit den anderen Seminarteilnehmenden erwerben und vertiefen die Studierenden die Fähigkeit, unterschiedliche fremdsprachendidaktische Modelle und Lösungsansätze zu diskutieren und evaluieren.</li> </ul>	
<b>Voraussetzung für die Teilnahme</b>	Keine	
<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1.-4. Semester	
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	L-UF	
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio: Klausur (90 Min.) Mdl. Präsentation mit schr. Dokumentation (3-5 S.) oder Hausarbeit im Proseminar (ca. 12 Seiten)	
<b>Berechnung Modulnote</b>	Klausurnote: 100%	
<b>Turnus des Angebots</b>	WS/SS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	150 Stunden	
<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester	
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch / Englisch	
<b>Vorbereitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haß, Frank (ed.): <i>Fachdidaktik Englisch</i>. Stuttgart: Klett, 2006.</li> <li>• Müller-Hartmann, Andreas / Schocker-von Ditfurth, Marita: <i>Introduction to English Language Teaching</i>. Stuttgart: Klett, 2007.</li> </ul>	

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Aufbaumodul Englischdidaktik</b>	5 ECTS
<b>Modultyp</b>	Pflichtmodul	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Mittelseminar (2 SWS) (anwesenheitspflichtig) Examensvorbereitendes Seminar (1 SWS) (anwesenheitspflichtig)	
<b>Modulverantwortlicher</b>	N.N.	
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprachlerntheorien, Spracherwerb</li> <li>• Grundlagen der Didaktik und Methodik des kommunikativen Fremdsprachenunterrichts</li> <li>• Einsicht in Prozesse des Sprachlernens und der Sprachvermittlung</li> <li>• Grundsätze einer fachbezogener Diagnose sprachlicher Leistungen</li> <li>• Literaturdidaktik</li> <li>• Mediendidaktik</li> <li>• Interkulturelles Lernen</li> <li>• Differenzierung im Fremdsprachenunterricht</li> </ul>	
<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur theoriegeleiteten fachdidaktischen Reflexion (z.B. Erfahrungs- und Wissensbasis von Englischlehrkräften, Fachliteratur, Unterrichtsinhalten)</li> <li>• Grundlegende Konzepte, Ansätze und Methoden der Fremdsprachendidaktik auf die schulische Praxis übertragen und anwenden</li> <li>• Fremdsprachenunterricht vorbereiten, durchführen, analysieren, reflektieren und evaluieren</li> <li>• Durch einen über das gesamte Semester stattfindenden diskursiven Austausch mit anderen Seminarteilnehmenden vertiefen die Studierenden die Fähigkeit, wissenschaftlich begründete Positionen argumentativ zu vertreten und kritisch zu reflektieren.</li> </ul>	
<b>Voraussetzung für die Teilnahme</b>	Erfolgreicher Abschluss des Basismoduls Englischdidaktik	
<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	5.-7. Semester	
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	L-UF	
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio: Klausur (90 Min.) o. Präsentation mit schriftl. Dokumentation (3-5 S.) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten) im Mittelseminar (100%) Mdl. Präsentation mit schriftl. Dokumentation (3-5 S.) oder schriftl. Dokumentation (5 Seiten)	
<b>Berechnung Modulnote</b>	Prüfung im Mittelseminar: 100%	
<b>Turnus des Angebots</b>	WS/SS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	150 Stunden	
<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester	
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch / Englisch	
<b>Vorbereitende Literatur</b>	wird zu Beginn des Semesters in den jeweiligen Lehrveranstaltungen bekanntgegeben	

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Vertiefungsmodul Englischdidaktik (nur für Realschule)</b>	2 ECTS
<b>Modultyp</b>	Pflichtmodul	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Seminar Fachdidaktik (2 SWS) (anwesenheitspflichtig)	
<b>Modulverantwortlicher</b>	N.N.	
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprachlerntheorien, Spracherwerb</li> <li>• Grundlagen der Didaktik und Methodik des kommunikativen Fremdsprachenunterrichts</li> <li>• Einsicht in Prozesse des Sprachlernens und der Sprachvermittlung</li> <li>• Grundsätze einer fachbezogener Diagnose sprachlicher Leistungen</li> <li>• Literaturdidaktik</li> <li>• Mediendidaktik</li> <li>• Interkulturelles Lernen</li> <li>• Differenzierung im Fremdsprachenunterricht</li> </ul>	
<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur theoriegeleiteten fachdidaktischen Reflexion (z.B. Erfahrungs- und Wissensbasis von Englischlehrkräften, Fachliteratur, Unterrichtsinhalten)</li> <li>• Handlungsorientierte Konzepte, Ansätze und Methoden der Fremdsprachendidaktik auf Lehr-/Lernkontexte kennen, auf Praxiszusammenhänge eigenständig übertragen und anwenden</li> <li>• Fremdsprachendidaktische Theorieansätze, empirische fremdsprachendidaktische Forschung reflektieren und Bezüge zu schulischer Praxis analysieren</li> <li>• Ein eigenes Projekt entwickeln, analysieren, durchführen, reflektieren und evaluieren</li> <li>• Durch einen über das gesamte Semester stattfindenden intensiven diskursiven Austausch mit anderen Seminarteilnehmenden bauen die Studierenden kontinuierlich die Fähigkeit aus, wissenschaftlich begründete Positionen argumentativ zu vertreten und kritisch zu reflektieren.</li> </ul>	
<b>Voraussetzung für die Teilnahme</b>	Erfolgreicher Abschluss des Basismoduls Englischdidaktik	
<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	ab 6. Semester	
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	L-UF (RS)	
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60-90 Min.) oder Präsentation mit schriftl. Dokumentation (3-5 S.) oder Hausarbeit (ca. 12 Seiten)	
<b>Berechnung Modulnote</b>	Prüfung: 100%	
<b>Turnus des Angebots</b>	WS/SS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	150 Stunden	
<b>Dauer des Moduls</b>	3 Semester	
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch / Englisch	
<b>Vorbereitende Literatur</b>	wird zu Beginn des Semesters in den jeweiligen Lehrveranstaltungen bekanntgegeben	

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Praxismodul 1 Englischdidaktik</b>	5 ECTS davon 2 ECTS Englischdidaktik
<b>Modultyp</b>	Pflichtmodul	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Begleitseminar (2 SWS) Praktikum (4 SWS)	2 ECTS
<b>Modulverantwortlicher</b>	N.N.	
<b>Inhalt</b>	Vermittlung und Reflexion, Analyse und Diskussion der didaktisch-methodischen Fähigkeiten und Fertigkeiten für den Englischunterricht unter Einbeziehung der bereits erworbenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Dazu gehört u.a. Fähigkeit zur theoriegeleiteten Reflexion der Unterrichtsplanung – Durchführung und Evaluation.	
<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Reflektierter Umgang mit offenen Lernformen wie Projekte, Module usw.; Fähigkeit zu reflektiertem Umgang mit verschiedenen Formen der Leistungsmessung, Fehlerkunde und Beurteilung von Fremdsprachenunterricht; Fähigkeit zu reflektiertem Medieneinsatz unter Einbeziehung der interkulturellen Komponente; Fähigkeit zur Reflexion von Modellen zur Differenzierung und Weiterentwicklung des Sprachlernprozesses	
<b>Voraussetzung für die Teilnahme</b>	Erfolgreicher Abschluss des Basismoduls	
<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	3.-5. Semester	
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	L-UF	
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Regelm. Teilnahme u. Stundenentwurf	
<b>Berechnung Modulnote</b>		
<b>Turnus des Angebots</b>	WS und/oder SS (nach Bedarf) (L-UF)	
<b>Arbeitsaufwand</b>	150 Stunden	
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch / Englisch	
<b>Vorbereitende Literatur</b>	Meyer, Hilbert: <i>Was ist guter Unterricht?</i> Berlin: Cornelsen, <sup>5</sup> 2008.	

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul Freier Bereich</b>	5 ECTS
<b>Modultyp</b>	Wahlmodul	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Examensvorbereitendes Seminar (2 SWS) aus den Bereichen Sprachpraxis, Linguistik, oder Literaturwissenschaft (anwesenheitspflichtig)	5 ECTS
<b>Modulverantwortlicher</b>	N.N.	
<b>Inhalt</b>	Das Modul dient der Vorbereitung auf die schriftlichen bzw. mündlichen Examina.	
<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Durch die gemeinsame Textarbeit, die sich i.d.R. über den gesamten Semesterverlauf zieht, wenden die Studierenden das im jeweiligen Teilbereich des Studiums erworbene Wissen auf Examens-relevante Fallstudien an, erarbeiten sich im wechselseitigen, diskursiven Austausch prüfungsrelevantes Wissen und festigen ihre Überblickskennntnisse.	
<b>Voraussetzung für die Teilnahme</b>		
<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	6.-7. Semester	
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	L-UF	
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Min.) oder Präsentation (10-20 Min.) oder schriftliche Arbeit	
<b>Berechnung Modulnote</b>		
<b>Turnus des Angebots</b>	Das Modul wird mindestens jedes zweite Semester angeboten.	
<b>Arbeitsaufwand</b>	75 Stunden (1 SWS) bzw. 150 Stunden (2 SWS): Präsenzveranstaltung inklusive Vor- und Nachbereitung (60 bzw. 120 Stunden), Erstellen der vorgeschriebenen Studienleistung (15 bzw. 30 Stunden)	
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch / Deutsch	
<b>Vorbereitende Literatur</b>	Wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.	