



OSTBAYERISCHE  
TECHNISCHE HOCHSCHULE  
REGENSBURG

# Modulhandbuch

für den  
Masterstudiengang

Elektromobilität und Energienetze  
(M.Sc.)

SPO-Version ab: Wintersemester 2019

Sommersemester 2021

erstellt am 15.03.2021

von Sandra Schäffer

Fakultät Elektro- und Informationstechnik

## Vorspann

### 1. Erläuterungen zum Aufbau des Modulhandbuchs

Die Module sind alphabetisch sortiert. Jedem Modul sind eine oder mehrere Veranstaltungen zugeordnet deren Beschreibung jeweils direkt im Anschluss an das Modul folgt. Durch Klicken auf die Einträge im Inhaltsverzeichnis gelangt man direkt zur jeweiligen Beschreibung im Modulhandbuch.

Die Angaben bezüglich des Gesamtzeitaufwands je Modul setzen sich aus den Kriterien Präsenzzeit in Vorlesungen, Vor- und Nachbereitung, Eigenstudium sowie ggf. Projektarbeit und Präsentation zusammen. Zugrunde liegt dabei der für den Studiengang festgelegte zeitliche Aufwand von 30 Stunden pro Credit und Semester.

### 2. Lernziele

Das Modulhandbuch führt die Lernziele der einzelnen Module anhand von erworbenen Kompetenzen auf. Diese sind unterteilt in „Fachkompetenz“ (Wissen, Fertigkeiten) und „Persönliche Kompetenz“ (Sozialkompetenz, Selbständigkeit). Jede Kompetenz ist durch einen Klammerausdruck (1-3) einer Niveaustufe zugewiesen. Die drei Niveaustufen gliedern sich in „Kennen“ (Niveaustufe 1), „Können“ (Niveaustufe 2) und „Verstehen und Anwenden“ (Niveaustufe 3).

Neben der Vermittlung neuer fachlicher Kompetenzen ist die Vermittlung von persönlichen Kompetenzen selbstverständlich integraler Bestandteil einer jeden Lehrveranstaltung bzw. eines Hochschulstudiums im Allgemeinen. Sofern in der Beschreibung eines Moduls nicht weiter präzisiert, sind die Studierenden nach der erfolgreichen Absolvierung eines Moduls in der Lage

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

Des Weiteren gilt insbesondere für Laborpraktika-Module, dass die Studierenden nach der erfolgreichen Absolvierung in der Lage sind

- die fünf Sicherheitsregeln zu kennen (1) und anzuwenden (2)
- einen risikobewussten Umgang mit elektrischer Spannung zu pflegen (2), Auswirkungen auf die eigene Gesundheit hin zu beurteilen (3) und bei Bedarf entsprechende Sicherheitsmaßnahmen durchzuführen (2).

### 3. Standardhilfsmittel

Folgende Hilfsmittel sind bei allen Prüfungen zugelassen:

- Schreibstifte aller Art (ausgenommen rote Stifte)
- Zirkel, Lineale aller Art, Radiergummi, Bleistiftspitzer

Ausnahmen von dieser Regel werden in der Spalte „Zugelassene Hilfsmittel“ explizit angegeben. Bei Prüfungen mit dem Vermerk „keine“ sind die Standard-Hilfsmittel zugelassen. Die in der Fakultät Elektro- und Informationstechnik zugelassenen Taschenrechner ("Standardtaschenrechner") sind: Casio FX-991, Casio FX-991 PLUS, Casio FX-991DE X (zu erwerben z.B. über die Fachschaft). Sofern nicht ausdrücklich anders vermerkt sind ausschließlich diese Modelle als Hilfsmittel erlaubt (sofern Taschenrechner bei einer Veranstaltung als Hilfsmittel zugelassen sind). Papier erhalten Sie bei Bedarf von der Prüfungsaufsicht. Beachten Sie bitte auch, dass jedwede Nutzung kommunikationstauglicher Geräte (Telefone, Uhren, Brillen, etc.) verboten ist.

# Modulliste

## Studienabschnitt 1:

Elektrische Traktions-Antriebe.....	4
Elektrische Traktions-Antriebe.....	5
Elektromobilität.....	7
Elektromobilität.....	8
Fachspezifisches Wahlpflichtmodul Informations- und Kommunikationstechnik.....	10
AD-/DA-Wandler.....	11
Elektromagnetische Verträglichkeit.....	14
Fortgeschrittene Signalverarbeitung.....	17
Funktionale Sicherheit und IT-Sicherheit.....	19
Netzwerke für eingebettete Systeme.....	24
Vertiefung Microcontroller (Master).....	26
Wireless Sensor/Actuator Networks.....	28
Intelligente Stromnetze.....	31
Intelligente Stromnetze.....	32
Leistungselektronik und Energiespeicher.....	35
Leistungselektronik und Energiespeicher.....	36
Masterarbeit.....	38
Masterarbeit Präsentation.....	39
Masterarbeit schriftliche Ausarbeitung.....	40
Numerische Mathematik.....	42
Numerische Mathematik.....	43
Theoretische Elektrotechnik.....	45
Theoretische Elektrotechnik.....	46
Vertiefungsmodule.....	49
Besondere netztechnische Betriebsmittel.....	50
Bordnetze und mobile Energiespeicher.....	52
Geregelte Elektrische Antriebe.....	54
Multiphysikalische Modellierung und Simulation.....	58
Netzstabilität und Netzregelung.....	60
Netz- und Elektrizitätswirtschaft.....	62
Simulation elektrischer Netze und Geräte.....	64
Thermisches Betriebsmanagement im Fahrzeug.....	67
Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Optimierung.....	69
Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Optimierung.....	70
Wissenschaftliches Projektmodul.....	72
Wissenschaftliche Projektarbeit.....	73
Wissenschaftliches Seminar.....	75

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Elektrische Traktions-Antriebe		4
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Anton Haumer Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger	Elektro- und Informationstechnik Elektro- und Informationstechnik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	1	Pflicht	5

Empfohlene Vorkenntnisse
Elektrische Maschinen Elektrische Antriebe

## Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Elektrische Traktions-Antriebe	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Elektrische Traktions-Antriebe		ETA
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger Prof. Anton Haumer	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Anton Haumer Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger		
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht, Übungen, Praktikum		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	deutsch	5

## Zeitaufwand:

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

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

Inhalte
<p>Entwurf, Berechnung und Regelung hocheffizienter elektrischer Antriebe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung des nichtlinearen magnetischen Kreises</li> <li>• Berechnung aller Impedanzen des Ersatzschaltbildes</li> <li>• Auswirkungen der Stromverdrängung</li> <li>• Berechnung sämtlicher Einzelverluste</li> <li>• Besonderheiten beim mobilen Einsatz von elektrischen Antrieben</li> <li>• Zusammenwirken zwischen Maschine, Stellglied und Regler</li> </ul> <p>Messtechnische Untersuchung von speziellen elektrischen Antrieben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsverhalten von feldorientiert geregelten Asynchronmaschinen und permanenterregten Synchronmaschinen am Spannungszwischenkreisumrichter</li> <li>• Doppeltgespeiste Asynchronmaschine zur Einspeisung in das elektrische Energieversorgungsnetz</li> <li>• Messtechnische Ermittlung des Wirkungsgrades nach Norm</li> <li>• IEC 60034-2-1 am Beispiel von Asynchronmotoren der Wirkungsgradklasse IE2 nach IEC 60034-30</li> </ul>

<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an den elektrischen Antrieb aus dem geforderten Betrieb des Gesamtsystems abzuleiten (3)</li> <li>• Drehstromwicklungen auszulegen (3)</li> <li>• die Auswirkungen nichtlinearer Effekte wie magnetische Sättigung und Stromverdrängung zu benennen (1) und zu berechnen (2)</li> <li>• die Wechselwirkungen zwischen elektrischer Maschine, Stromrichter und Regelung zu benennen (1) und zu beurteilen (3)</li> <li>• Messungen an elektrischen Antrieben zu planen (1), durchzuführen (2) und die Messergebnisse zu beurteilen (3)</li> </ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2</p>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
<p>Präsentation, Beiblätter, Tafelbild, Übungen, im Praktikum Versuchsbeschreibungen</p>
<b>Lehrmedien</b>
<p>Rechner/Beamer, Tafel, im Praktikum Maschinensätze und Messgeräte</p>
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Binder, Andreas: Elektrische Maschinen und Antriebe; Übungsbuch: Aufgaben mit Lösungsweg, Berlin [u.a.], Springer, 2012</li> <li>• Fischer, Rolf: Elektrische Maschinen, München [u.a.], Hanser, 2013</li> <li>• Nürnberg, Werner: Die Asynchronmaschine; ihre Theorie und Berechnung unter besonderer Berücksichtigung der Keilstab- und Doppelkäfigläufer, Berlin, Springer, 1963</li> <li>• Schröder, Dierk: Elektrische Antriebe, Berlin [u.a.], Springer</li> <li>• Müller, Gernar et al.: Berechnung elektrischer Maschinen, Wiley Verlag, 2008</li> </ul>

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

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Elektromobilität		6
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Anton Haumer Prof. Dr. Robert Huber	Elektro- und Informationstechnik Elektro- und Informationstechnik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	1	Pflicht	5

Empfohlene Vorkenntnisse
Elektrische Antriebe

## Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Elektromobilität	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Elektromobilität		EMO
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Anton Haumer Prof. Dr. Robert Huber	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Robert Huber		
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht, Übungen		

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

Zeitaufwand:

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

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

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeug- und Antriebsstrang-Architekturen</li> <li>• Fahrwiderstände und Fahrzeugdynamik</li> <li>• Bordnetz und Fahrzeugvernetzung</li> <li>• Maschinentypen: Asynchronmaschine, permanentmagnet-erregte Synchronmaschine, synchrone Reluktanzmaschine</li> <li>• Leistungselektronik und Regelung: Feldorientierte Regelung, BLDC</li> <li>• Fahrzyklen, Energieverbrauch über Fahrzyklen</li> <li>• Thermal Management im Electric Vehicle: Heizen und Kühlen</li> <li>• Energiespeicher und Energiequellen</li> <li>• Ladeinfrastruktur und Induktives Laden Modellierung und Simulation</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einen Überblick über das System Elektrofahrzeug zu geben (1)</li> <li>• geeignete Antriebe (Getriebe, elektrische Maschine und Stromrichter) für ein Elektrofahrzeug zu projektieren (2)</li> <li>• geeignete Energiespeicher für ein Elektrofahrzeug zu spezifizieren (2)</li> <li>• Elektrofahrzeuge zu modellieren und zu simulieren (3)</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"><li>• den Energieverbrauch und die Reichweite von Elektrofahrzeugsystemen zu berechnen (2) und zu beurteilen (3)</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Präsentation, Beiblätter, Tafelbild, Übungen
<b>Lehrmedien</b>
Rechner/Beamer, Tafel
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Karle, Anton: Elektromobilität – Grundlagen und Praxis, Hanser 2015</li><li>• Tschöke, Helmut: Die Elektrifizierung des Antriebsstranges, Springer 2015</li><li>• Hofmann, Peter: Hybridfahrzeuge, Springer 2014</li></ul>

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

<b>Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)</b>		<b>Modul-KzBez. oder Nr.</b>
Fachspezifisches Wahlpflichtmodul Informations- und Kommunikationstechnik		8
<b>Modulverantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
N.N.	Elektro- und Informationstechnik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2	1	Wahlpflicht	5

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	AD-/DA-Wandler	4 SWS	5
2.	Elektromagnetische Verträglichkeit	4 SWS	5
3.	Fortgeschrittene Signalverarbeitung	4 SWS	5
4.	Funktionale Sicherheit und IT-Sicherheit	4 SWS	5
5.	Netzwerke für eingebettete Systeme	4 SWS	5
6.	Vertiefung Microcontroller (Master)	4 SWS	5
7.	Wireless Sensor/Actuator Networks	4 SWS	5

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
AD-/DA-Wandler		ADA	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Martin Schubert		Elektro- und Informationstechnik	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
N.N.		nur im Sommersemester	
<b>Lehrform</b>			
50% seminar teaching and 50% practical training			

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

**Zeitaufwand:**

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

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

Inhalte
<p>Part A: Seminaristic Classroom Teaching</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Value-Discretization (Quantization)<ul style="list-style-type: none"><li>+ Knowing common D/A and A/D conversion principles: Nyquist samplers: (i) DAC: weighted sum, R-string, (ii) ADC: SAR, Flash, Pipeline Oversamplers: PWM, delta and delta-sigma modulation / demodulation techniques</li><li>+ Selection of most appropriate architecture for a given application</li></ul></li><li>2. Time-Discretization (Sampling)<ul style="list-style-type: none"><li>+ Time domain considerations: mathematical model and technical realization</li><li>+ Frequency domain considerations</li><li>+ Criteria of Nyquist and Shannon</li><li>+ Aliasing Designing analog anti-aliasing filters for Nyquist samplers Designing combined analog/digital antialiasing filters for oversamplers Changing sampling rates: up-sampling, down-sampling, sub-sampling</li><li>+ Spatial sampling and spatial aliasing</li></ul></li><li>3. Characterization<ul style="list-style-type: none"><li>+ Knowledge of commonly used quality criteria and skills to apply them: ENOB, SNR, SFDR, SINAD, THD, INL, DNL, KSPS, monotonicity</li></ul></li><li>4. Modelling<ul style="list-style-type: none"><li>+ Modelling DACs and ADCs in value, time and frequency domains:</li><li>+ Modeling static linear and non-linear I/O characteristics</li><li>+ Modeling and simulation in value, transient and frequency domain with Spice</li><li>+ Characterization and modeling in value, transient and frequency domain with Matlab</li></ul></li><li>5. Noise<ul style="list-style-type: none"><li>+ Relating signal-to-noise ratio to resolution,</li><li>+ Noise budgeted computation</li><li>+ Knowing the most important noise sources and respective behavioral models quantization, thermal, pink, aliasing, clock jitter, track &amp; hold</li></ul></li></ol> <p>Part B: Practical Training in the Laboratory</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Given exercises</li><li>2. Group oriented projects</li></ol>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• kennen die Studierenden die wichtigsten A/D- und D/A-Wandler-Architekturen (1), verstehen ihre prinzipielle Funktionalität (2) und können einer Design-Aufgabe die passende Architektur zuordnen (3).</li><li>• kennen die Studierenden den Vorgang der Zeitdiskretisierung (1), verstehen daraus folgende Effekte wie Aliasing (2) und können Antialiasing-Filter berechnen (3).</li><li>• kennen die Studierenden die üblichen Qualitätskriterien für A/D u. D/A-Wandler (1) und können Kriterien wie ENOB, SNR, SFDR, SINAD, THD, INL, DNL berechnen (3).</li><li>• Können die Studierenden einfache Verhaltensmodelle für A/D- und D/A-Wandler erstellen und in Simulationsprogrammen verwenden (3).</li><li>• Kennen die Studierenden mindestens 6 verschiedene Rauschquellen (1), können deren Rauschleistung berechnen (3), ein Gesamt-Rauschbudget erstellen und damit die Einhaltung geforderter Qualitätskriterien wie SNR oder SINAD überprüfen (3).</li></ul>

<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Skripten, Übungen, Praktikumsanleitungen, Literaturliste
<b>Lehrmedien</b>
Tafel, Beamer, Einrichtung des Elektroniklabors (S081)
<b>Literatur</b>
<p>[1] The Data Conversion Handbook, Analog Devices, 2004</p> <p>[2] R. Lerch, Elektrische Messtechnik: Analoge, digitale und computergestützte Verfahren, Springer Verfahren, 2007</p> <p>[3] K.-D. Kammeyer, K. Kroschel, Digitale Signalverarbeitung, Filterung und Spektralanalyse mit Matlab-Übungen, Vieweg + Teubner, 2009</p> <p>[4] J.C. Candy, G.C. Temes, 1st paper in "Oversampling Delta-Sigma Data Converters, Theory, Design and Simulations", IEEE Press, IEEE Order #PC02741-1, ISBN0-87942-285-8, 1991</p> <p>[5] S.R. Norsworthy, R. Schreier, G.C. Temes, "Delta-Sigma Data Converters", IEEE Press, 1996, IEEE Order Number PC3954, ISBN 0-7803-1045-4</p> <p>[6] C.A. Leme, "Oversampling Interface for IC Sensors", Physical Electronics Laboratory, ETH Zurich, Diss. ETH Nr. 10416</p>
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
<p>Technical Bachelor degree</p> <p>Documents English, teaching language is German or English depending on students.</p>

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

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
Elektromagnetische Verträglichkeit		EMV	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Thomas Stücke		Elektro- und Informationstechnik	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
Prof. Dr. Thomas Stücke		nur im Sommersemester	
<b>Lehrform</b>			
Seminaristischer Unterricht mit Übungen und Praxis im EMV-Labor			

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

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

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

Inhalte
<p>Teil 1: Theorie</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung, Begriffe, Problembeschreibung</li><li>• Störungsbeschreibung in analogen und digitalen Systemen</li><li>• Klassifizierung und spektrale Darstellung von Störquellen der EMV-Umgebung</li><li>• Beeinflussungswege: Kopplungsarten, Kopplungen zwischen Leitungen und Feldeinkopplungen in Leiterstrukturen</li></ul> <p>Teil 2: Praxis</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einleitung</li><li>• Grundlagen angewandter EMV: Pulse und Transiente, Elektrostatische Entladungen, Elektromagnetische Wellen</li><li>• Filterung, Schirmung, Erdung: Modelle, Störsignale im Zeitbereich und Frequenzbereich, Störenergien leitungsgeführt und gestrahlt</li><li>• Entstörmaßnahmen: Passive und aktive Entstörung, HF-Bauteile in der Realität, Rechnen im logarithmischen Maßstab</li><li>• Messen und Prüfen: EMV-Messgeräte, FFT-Messtechnik, Störaussendung und Störfestigkeit, Besonderheiten der E-Mobility, Einflüsse der Messumgebung, EMV-Simulation, Werkzeuge in der Entwicklung (Pre-Compliance)</li><li>• Praktika der Messtechnik: typische Versuchsanordnungen von EMV-Messungen</li><li>• EMV-Entwicklung und Planung: Schaltplan- und Layouterstellung mit Beispielen</li><li>• Dokumentation der EMV</li></ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• die Grundprinzipien der EMV zu beschreiben, die unterschiedlichen Verkopplungsarten zu erklären, interne u. externe EMV zu unterscheiden und Ursachen elektromagnetischer Unverträglichkeit zu klassifizieren (2)</li><li>• Störquellen bezüglich ihrer Eigenschaften zu klassifizieren, typische Störsignale im Zeit- und Frequenzbereich darzustellen sowie die Umrechnung zwischen beiden Darstellungsformen mittels EMV-Tafel und Nomogramm auszuführen (3)</li><li>• die charakteristischen Kennzahlen von einfachen Leiterstrukturen einschließlich geeigneter Näherungen zu ermitteln, mit Hinblick auf die Berechnung der Verkopplung von kurzen und langen Leitungen (3)</li><li>• die charakteristischen Kennzahlen von einfachen Antennenstrukturen einschließlich geeigneter Näherungen zu ermitteln, mit Hinblick auf die Berechnung der Feldeinkopplung in kurze Leitungen (3)</li><li>• Störspannungen durch Kopplungen zwischen Leitungen und Feldeinkopplungen in Leiterstrukturen analytisch und unter Anwendung von Näherungen zu berechnen (3)</li><li>• abhängig vom Impedanzniveau die passende Filtertopologie auszuwählen sowie Schirmungen und Erdungen richtig auszuführen (3)</li><li>• den Aufbau eines Messempfängers einschließlich FFT-Messmethode zu erklären, Schmalband- und Breitbandstörer voneinander zu unterscheiden sowie die Unterschiede der Messdetektoren zu beschreiben (2)</li><li>• die typischen Messaufbauten zur leitungs- und feldgebundenen Störemissionsmessung am Beispiel für den Automotivbereich zu erklären (2)</li></ul>

<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Präsentationsfolien, Skript, Übungen, Literaturliste
<b>Lehrmedien</b>
Rechner, Beamer, Tafel, Versuchsaufbau im EMV-Labor
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Durcansky, G., „EMV-gerechtes Gerätedesign“, Franzis-Verlag</li><li>• Gonschorek, K.H., Singer, H., Anke, D. u.a., „Elektromagnetische Verträglichkeit - Grundlagen, Analysen, Maßnahmen“, Teubner-Verlag</li><li>• Schwab, A., „Elektromagnetische Verträglichkeit“, Springer-Verlag</li></ul>

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



<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>
Fortgeschrittene Signalverarbeitung		FSV
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Peter Kuczynski	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Peter Kuczynski	nur im Wintersemester	
<b>Lehrform</b>		
Seminaristischer Unterricht, Übungen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h	Vor- und Nachbereitung: 56 h; Prüfungsvorbereitung: 38 h

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

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

<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren zur Erhöhung der Abtastraten (Oversampling) zu entwickeln und zu realisieren (3)</li> <li>• ausgewählte fortgeschrittene Verfahren der Signalverarbeitung mithilfe der DFT zu entwickeln, zu realisieren und zu bewerten (3)</li> <li>• die fundamentalen theoretischen Beziehungen der Signalverarbeitung stochastischer Signale zu verstehen und diese anzuwenden (3)</li> <li>• adaptive Filter theoretisch zu verstehen, sie anzuwenden und die Lösungs- bzw. Optimierungsverfahren zu bewerten (3)</li> <li>• die Wirkungsweise der grundlegenden Anwendungen adaptiver Filter zu verstehen und zu bewerten (3).</li> <li>• die Theorie der Hilbert-Transformation zu verstehen und deren Anwendung zu kennen (3)</li> <li>• die lineare Prädiktion zur Codierung von Sprachsignalen zu verstehen und anzuwenden (3)</li> <li>• die theoretisch behandelten Verfahren der fortgeschrittenen Signalverarbeitung mithilfe von MATLAB und Simulink zu realisieren und zu bewerten (3)</li> </ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2</p>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Hilfsblätter zur Vorlesung
<b>Lehrmedien</b>
Overheadprojektor, Tafel, Rechner/Beamer
<b>Literatur</b>
Oppenheim, Schafer: Discrete Time Signal Processing, Prentice Hall 1989

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

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Funktionale Sicherheit und IT-Sicherheit		FS
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Jürgen Mottok	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Jürgen Mottok Sebastian Renner (LB)	in jedem Semester	
Lehrform		
Wissenschaftliches Seminar mit Übungsanteil (mit Teamarbeit)		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
45 h (Seminar, Workshops, Vorträge, Präsentationen, ...)	105 h

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

## Inhalte

### I. Funktionale Sicherheit (eng. Functional Safety)

#### System

- Normen und Richtlinien (IEC 61508, ISO 26262, ...)
- Kenngrößen der Risiko- und Zuverlässigkeitsanalyse
- Maßnahmen zur Risikobestimmung (Gefahrenanalyse, Wahrscheinlichkeitsanalyse)
- Risikomatrix
- Risikograph
- FMEDA und Fehlerbaumanalyse
- Ereignisbaumanalyse
- Layer of Protection Analyse (LOPA)
- Zuverlässigkeitsblock-Analyse
- Markov-Modell
- Lebenszyklusbetrachtung eines Sicherheitssystems
- Common Cause Failure
- Prooftest

#### Software

- Normen und Richtlinien
- Entwicklungsprozess
- Patterns für fehlertolerante Software
- Diversität und Codierung
- Geeigneter Einsatz von Programmiersprachen
- Coding Guidelines (MISRA C, MISRA C++), Safety Bibliotheken

### II. IT-Sicherheit (engl. IT-Security)

#### System

- Grundlagen
- Schutzziele und Bedrohungen
- Internet-(Un)Sicherheit
- Security Engineering
- Bewertungskriterien
- Sicherheitsmodelle
- Basistechnologien
- Kryptographische Verfahren (Symmetrische/ asymmetrische Verschlüsselung) und Krypto-Analyse
- Hashfunktionen und elektronische Signaturen
- Schlüsselmanagement
- System- und Anwendungssicherheit
- Basis von Angriffstechniken und Systemhärtung
- Authentifikation
- Zugriffskontrolle
- Sicherheit in Netzen (Firewall, ...)
- Sichere und mobile drahtlose Kommunikation

#### Software (Basiswissen sichere Software)

- „Secure Software Engineering“
- Secure Design Pattern
- Krypto-Bibliotheken und Implementierungstechniken
- Sicheres Programmieren
- Software auf Sicherheit testen

#### Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, grundlegende Begriffe aus den Domänen IT-Security und Functional Safety zu interpretieren und zu erklären. Sie lernen etablierte wissenschaftliche Methoden zur Bestimmung von Systemrisiken und der Systemzuverlässigkeit kennen. Das Modul stellt außerdem relevante Standards und Normen aus dem Themenfeld Sicherheit (IT-Security, Functional Safety) vor und vermittelt den richtigen Umgang mit diesen in der Praxis. Studierende kennen zum Ende des Kurses die aktuell wichtigsten kryptographischen Verfahren und können formulieren, auf welchen mathematischen Problemen diese fußen. Ebenso werden die Konzepte der diversitären Redundanz vermittelt, die als Architekturprinzipien einer funktional sicheren Software- und Systemarchitektur angewandt werden.

In anwendungsnahen Übungen werden potentielle, durch Programmierfehler verursachte Sicherheitslücken untersucht. Das Verständnis für ausgewählte Algorithmen wird durch einfache, manuelle Berechnungen gestärkt. Anhand der durchgeführten Übungen, können zuvor in der Vorlesung besprochene Limitierungen bestimmter Sicherheitskonzepte anschaulich reflektiert werden

#### Kenntnisse

- Verständnis grundlegender Begriffe aus den Bereichen IT-Security und Safety
- Methoden zur Evaluierung der Systemzuverlässigkeit
- Kennen wichtiger Normen aus dem Umfeld Safety/IT-Security
- Funktionsweise und mathematischer Hintergrund kryptographischer Verfahren
- Konzepte zum Aufbau von Vertrauen in öffentlichen Netzwerken
- Basistechniken zur Absicherung von Datenverkehr vor Angreifern

#### Fertigkeiten

- Durchführen einer Risikoanalyse für ein gegebenes System
- Auswählen und Anwenden sicherer Software- und Systemarchitekturen
- Auswählen und Anwenden passender sicherer Coding-Guidelines
- Bewerten kryptographischer Algorithmen hinsichtlich ihrer Eignung für unterschiedliche Einsatzzwecke
- Untersuchen von Quellcode hinsichtlich möglicher Schwachstellen oder Inkompatibilitäten mit gewählten Standards
- Verwenden von bestehenden Bibliotheken zur Integration kryptographischer Verfahren in umfangreichere Software-Projekte

Die Diskussion der Kompetenzen erfolgt entlang dem Kompetenzgitter nach Erpenbeck (Erpenbeck 2017).

#### Fach- und Methodenkompetenz

- Evaluierung und Kontextualisierung der Ergebnisse von sicherheitsrelevanten Systemanalysen (3)
- Bedarfsorientierte Auswahl und Extraktion relevanter Richtlinien aus Standards der IT-Security/Functional Safety (3)
- Ausgewählte quantitative und qualitative Verfahren der Funktionalen Sicherheit und IT-Sicherheit ausführen (3)
- Anpassung und Anwendung eines Prozesses zur Etablierung eines sicheren Software-Entwicklungs- und Lebenszyklus (3)
- Erkennen potentieller, offensichtlicher Schwachstellen in Quellcode durch manuelle und automatisierte Analyse (3)
- Konzeptionierung grundlegender Maßnahmen zur Erhöhung der Systemsicherheit (3)
- Analytische Fähigkeiten und Konzeptionsstärke entwickeln (3)
- Beurteilungsvermögen zeigen (3)
- Projektmanagement und Planungsverhalten (3)
- Nachweis von im Studium erworbenen Fachkenntnissen (3)
- Fähigkeit zum systematischen und methodisch korrekten Bearbeiten eines begrenzten Themas (Systematisch-methodisches Vorgehen) (3)
- Nachweis der Selbständigkeit bei der Lösung einer vorgegebenen Aufgabe (Originalität von Lösungsideen) (3)
- Fähigkeit zur Problematisierung und (Selbst-)Kritik (Systematik in der Bewertung der Lösungen) (3)
- Qualität der Ergebnisse - Neuartigkeit, Güte, Zuverlässigkeit (3)
- Fähigkeit zur logischen und prägnanten Argumentation (Beispielsweise Wissenschaftliches Schreiben) (3)
- Formal korrekte Präsentation der Ergebnisse (3)

#### Lernziele: Persönliche Kompetenz

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

- Entwicklung einer normativ-ethischen Einstellung (3)
- Hilfsbereitschaft in einem teamorientierten Arbeiten zeigen (3)
- Zuverlässigkeit im eigenen Team (3)
- Offenheit für veränderte Randbedingungen (3)
- In Selbstmanagement die eigene Arbeit gestalten (3)
- Mit Einsatzbereitschaft Ideen ins Team einbringen (3)

#### Aktivitäts- und Handlungskompetenz

- Entscheidungsfähigkeit bei mehreren Alternativen entwickeln (3)
- Tatkraft und Gestaltungswille im Forschungsdesign zeigen (3)
- Mit Innovationsfreudigkeit unterschiedliche neue Ideen annehmen (3)
- Zielorientiertes Führen in Teilaufgaben in einem Team (3)
- Ergebnisorientiertes Handeln entwickeln (3)
- In schwierigen Situationen Beharrlichkeit zeigen (3)
- Impulse in Workshops des Teams geben (3)
- Optimistische Grundhaltungen im Team sich aneignen (3)

#### Sozial- kommunikative Kompetenzen

- Konfliktlösungsfähigkeit zeigen (3)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrationsfähigkeit zeigen und verschiedene Positionen bei der Aufgabenbearbeitung zuzulassen (3)</li> <li>• Die eigene Teamfähigkeit weiter entwickeln (3)</li> <li>• Die eigene Problemlösungsfähigkeit entwickeln (3)</li> <li>• Verständnisbereitschaft zeigen im dialogischen Diskurs (3)</li> <li>• Mit Experimentierfreude neue Ideen zulassen und ausprobieren (3)</li> <li>• Die eigene Sprachgewandtheit im Team ausreifen (3)</li> <li>• Beziehungsmanagement im Team entwickeln (3)</li> <li>• Pflichtgefühl in den Aufgaben zeigen (3)</li> </ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Skript, Foliensatz, Literaturverweise
<b>Lehrmedien</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungsaufgaben</li> <li>• Aktuelle Paper</li> </ul>
<b>Literatur</b>
Ein Quellenverzeichnis findet sich im digitalen Kursraum moodle.
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Vorkenntnisse in Software Engineering und Programmierung (bspw. C/C++)

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

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Netzwerke für eingebettete Systeme		NES
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Norbert Balbierer	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Norbert Balbierer	nur im Sommersemester	
Lehrform		
seminaristischer Unterricht, Übungen, Übungsanteil > 10 %		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

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

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

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



<ul style="list-style-type: none"><li>• Mechanismen (802.1) zur Realisierung von Echtzeitfähigkeit und Dienstgüte bei Ethernet kennen (1)</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Skript/Tafelbild, Linux man-pages, Lehrbücher, Konfigurationsdateien und Programme
<b>Lehrmedien</b>
Rechner / Beamer, Tafel, Beispiele mit Ethernet- und CAN-fähiger Hardware (Raspberry Pi, STM32H743, ESP32 o.ä.)
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Andrew S. Tanenbaum, Computernetzwerke, Pearson</li><li>• James Kurose &amp; Keith Ross, Computernetzwerke: Der Top-Down-Ansatz, Pearson</li></ul>

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

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
Vertiefung Microcontroller (Master)		VMCM	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Hans Meier		Elektro- und Informationstechnik	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
Prof. Dr. Hans Meier		nur im Sommersemester	
<b>Lehrform</b>			
Selbstständige Bearbeitung eines Entwicklungsprojektes			

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	deutsch	5

**Zeitaufwand:**

Präsenzstudium	Eigenstudium
56h	Vor-/Nachbereitung 74h, Prüfungsvorbereitung 20h

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

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

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

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

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
Wireless Sensor/Actuator Networks		WSAN	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Martin Schubert		Elektro- und Informationstechnik	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
Prof. Dr. Martin Schubert		nur im Wintersemester	
<b>Lehrform</b>			
50% seminar teaching and 50% practical training			

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

Zeitaufwand:

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

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

Inhalte
<p><b>Part A: Seminaristic Classroom Teaching</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Fundamentals<ul style="list-style-type: none"><li>• Theory</li><li>• ISO Layer Model</li><li>• Most important IEEE standards</li><li>• Practical: basic C language needs</li></ul></li><li>2. Physical Level<ul style="list-style-type: none"><li>• Theory</li><li>• ISM frequency bands,</li><li>• Wireless physics (FSPL, ERP vs. range, Fresnel zone)</li><li>• Practical: Getting started with programming the hardware</li></ul></li><li>3. Data Link Level</li><li>4. Network Level</li><li>5. Transport Level</li><li>6. Routing strategies</li></ol> <p><b>Part B: Practical Training in the Laboratory</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Getting started with the hardware</li><li>2. Wireless communication training</li><li>3. Group oriented wireless project</li></ol>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Students know and understand transmission fundamentals like OSI data transmission model (1), the MRFI and SimplicITI transmission protocols and metrix data (1) and understand wireless transmission physics such as free space path loss (FSPL) (2).</li><li>• Students know the different types of network nodes such as access point, and device or range extender (1) and are able to distinguish different network topologies made up of such nodes (2).</li><li>• Students know and understand common multiplexing techniques and modulation techniques (2), are able to assess their advantages and disadvantages (3) and understand measures and means of transmission error detection and repair (3).</li><li>• Students are capable to apply the available transmission devices to solve a given wireless data transmission task (3).</li></ul>
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2</p>

<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Scripts, exercises, practical instructions, references
<b>Lehrmedien</b>
Blackboard, Beamer, Electronics Laboratory (S081)
<b>Literatur</b>
[1] Thomas Watteyne, eZWSN – Exploring Wireless Sensor Networking, available: <a href="http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.468.2103&amp;rep=rep1&amp;type=pdf">http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.468.2103&amp;rep=rep1&amp;type=pdf</a> [2] Robert Faludi: Building Wirelss Sensor Networks, O'Reilly Media, 2010 [3] F. Zhao, L.J. Guibas: Wireless Sensor Networks, Morgan Kaufmann, 2004 [4] Chiara Buratti: An Overview on Wireless Sensor Networks, OPEN ACCESS
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Documents English, teaching language is German or English depending on students

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

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Intelligente Stromnetze		3
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Welsch	Elektro- und Informationstechnik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	1	Pflicht	5

Empfohlene Vorkenntnisse
EN und EV

## Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Intelligente Stromnetze	4 SWS	5

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
Intelligente Stromnetze		ISN	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Andreas Welsch		Elektro- und Informationstechnik	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
Prof. Dr. Andreas Welsch			
<b>Lehrform</b>			
Seminaristischer Unterricht, Übungen, Praktikum			

<b>Studiensemester gemäß Studienplan</b>	<b>Lehrumfang</b>	<b>Lehrsprache</b>	<b>Arbeitsaufwand</b>
	[SWS oder UE]		[ECTS-Credits]
	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

<b>Präsenzstudium</b>	<b>Eigenstudium</b>
56 h	Vor- und Nachbereitung: 62 h, Prüfungsvorbereitung: 32 h

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



Inhalte
1. Auslegung von Netzen
1.1. Leistungsflussrechnung
1.1.1. Spannungsprofil
1.1.1.1. Spannungsgrenzwerte
1.1.1.2. Spannungsfall oder Spannungsdifferenz?
1.1.3. Spannungen abhängig von der Lastleistung
1.1.2. Stromverteilung in einfachen Netzen
1.1.2. Stromverteilung in vermaschten Netzen
1.1.3.1. Knotenpotenzialverfahren
1.1.3.2. Stromiterationsverfahren
1.1.3.3. Newton-(Raphson-)Verfahren
1.2. Kurzschlussstromberechnung
1.2.1. Kurzschlussstromberechnung symmetrischer Fehler
1.2.1.1. Netz mit Kurzschlussstromquelle
1.2.1.2. Netz mit mehreren Kurzschlussstromquellen
1.2.1.3. Vermaschte Netze
1.2.2. Kurzschlussstromberechnung unsymmetrischer Fehler
1.2.2.1. Unsymmetrische Belastungen
1.2.2.2. Symmetrische Komponenten
1.2.2.3. Komponentenimpedanzen von Betriebsmittel
1.2.2.4. Berechnungsverfahren
1.2.2.5. Berechnung der Kurzschlussströme zur Dimensionierung
1.2.3. Erdschlussstromberechnung und Sternpunkterdung
1.2.3.1. Netze ohne Sternpunkterdung (isolierter Sternpunkt)
1.2.3.2. Netze mit Resonanz-Sternpunkterdung
1.2.3.3. Netze mit starrer oder niederohmiger Sternpunkterdung
2. Drehstromnetze
2.1. Aufbau von Drehstromnetzen
2.1.1. Grundsätzliche Netzstruktur
2.1.2. Höchstspannungs-Übertragungsnetze, Verbundnetz
2.1.3. Versorgung von Ballungsräumen und Städten
2.1.4. Verteilungsnetze
2.1.5. Sondernetze
2.2. Betrieb von Drehstromnetzen
2.2.1. Frequenzhaltung und Wirkleistung
2.2.1.1. Frequenzänderungen bei Laständerungen (Momentanreserve)
2.2.1.2. Korrektur von Frequenzabweichungen
2.2.1.3. Arten der Netzregelung
2.2.1.4. 5-Stufen-Plan der ENTSO-E (UCTE) bei Großstörungen
2.2.2. Spannungshaltung und Blindleistung
2.2.2.1. Regelung der Übersetzungsverhältnisses (Längsregelung)
2.2.2.2. Regelung der Blindleistung
2.2.3. Übertragungskapazität und Leistungsfluss
2.2.3.1. Übertragbare Leistungen einzelner Kuppelleitungen
2.2.3.2. Übertragbare Leistungen paralleler Kuppelleitungen

**2.2.4. Sternpunktterdung****2.3. Herausforderungen an die Übertragungsnetze**

## 2.3.1. Ausstieg aus der Kernenergie

## 2.3.2. Ausbau der erneuerbaren Energien

## 2.3.3. Stromhandel

**2.4. Intelligente Netze (Smart Grids)**

## 2.4.1. Warum braucht es Intelligente Netze?

## 2.4.2. Was sind Intelligente Netze

## 2.4.3. Regelung der Netzspannung

## 2.4.4. Ausführungsbeispiele

**Lernziele: Fachkompetenz**

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

- den Aufbau und Betrieb von Dreh- und Gleichstromnetzen zu kennen (1)
- die Methoden und Verfahren zur Auslegung von Netzen zu können (2)
- die Möglichkeiten und Problematik bei der Spannungshaltung von Netzen mit hoher dezentraler Energieeinspeisung zu können (2)
- die Wirk- und Blindleistungsflüsse in Netzen unter Berücksichtigung von regelbaren Transformatoren zu verstehen und zu berechnen (3)
- das Verfahren der Kurzschlussstromberechnung für symmetrische und unsymmetrische Kurzschlüsse nach der VDE 0102 (2002-07) zu verstehen und anzuwenden (3)

**Lernziele: Persönliche Kompetenz**

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2

**Angebotene Lehrunterlagen**

Skripten, Folien, Übungsaufgaben

**Lehrmedien**

Tafel, Rechner/Beamer

**Literatur**

- Flossdorf, Hilgarth: Elektrische Energieverteilung, Vieweg+Teubner, 2005
- Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer, 2004
- Balzer, Nelles, Tuttas: Kurzschlussstromberechnung, VDE-Verlag, 2009

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

<b>Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)</b>		<b>Modul-KzBez. oder Nr.</b>
Leistungselektronik und Energiespeicher		5
<b>Modulverantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Manfred Bruckmann	Elektro- und Informationstechnik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	1	Pflicht	5

<b>Verpflichtende Voraussetzungen</b>
keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>
Grundkenntnisse in Elektronik und Schaltungstechnik

## Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Leistungselektronik und Energiespeicher	4 SWS	5

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>
Leistungselektronik und Energiespeicher		LEE
<b>Verantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Manfred Bruckmann	Elektro- und Informationstechnik	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>	<b>Angebotsfrequenz</b>	
Prof. Dr. Manfred Bruckmann		
<b>Lehrform</b>		
Seminaristischer Unterricht, Übungen, Vorträge von Studierenden, Teamprojekt		

<b>Studiensemester gemäß Studienplan</b>	<b>Lehrumfang</b>	<b>Lehrsprache</b>	<b>Arbeitsaufwand</b>
	[SWS oder UE]		[ECTS-Credits]
	4 SWS		5

Zeitaufwand:

<b>Präsenzstudium</b>	<b>Eigenstudium</b>
56 h	64 h Vor- und Nachbereitung, 30 h Prüfungsvorbereitung

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

<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistungselektronische Systeme für die Elektromobilität</li> <li>• Leistungselektronische Systeme für energietechnische Anwendungen</li> <li>• Vertiefung Leistungselektronik: Vektormodulation für Drehstromantriebe. Dimensionierung von Umrichtern.</li> <li>• Besonderheiten bei Stromrichtern für mobile und stationäre Anwendungen: Verluste, Hill Hold Problematik, Lastwechselfestigkeit, Zuverlässigkeit</li> <li>• Energiespeicher: Batterien, Doppelschichtkondensatoren, Brennstoffzellen und ihre zugehörigen leistungselektronischen Schaltungen</li> <li>• Ladungsbalancerschaltung für Batteriesysteme</li> <li>• Netzfremdliche Ladeschaltungen für Energiespeichersysteme.</li> <li>• Selbstständige Konzeptionierung von stationären und mobilen Systemen mit Energiespeichern im Rahmen eines Teamprojektes.</li> <li>• Analyse ausgewählter Themen in englischsprachigen Veröffentlichungen</li> <li>• Grundlagen Multilevelumrichter für Anwendungen in Energienetzen / Antrieben: Aufbau Funktion und Modulation.</li> </ul>
<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

<ul style="list-style-type: none"> <li>• leistungselektronische Systeme für die Elektromobilität sowie energietechnische Anwendungen zu benennen (1), den Aufbau und das Betriebsverhalten zu erklären (1) und eine Schaltungstopologie auf ihren Einsatz hin zu bewerten (2),</li> <li>• leistungselektronische Systeme für die Elektromobilität sowie energietechnische Anwendungen auszuwählen zu dimensionieren (2),</li> <li>• die zu den Energiespeichern passenden leistungselektronischen Schaltungen auszuwählen (2) und deren Bestimmungsgrößen zu berechnen.(2)</li> <li>• Ausgewählte leistungselektronische Problemstellungen mit Hilfe geeigneter Berechnungsmethoden als auch mit Hilfe von Simulation zu lösen.(3)</li> <li>• Leistungselektronische Systeme bezüglich ihrer Vorteile als auch ihrer Einsatzgrenzen zu bewerten.(3)</li> <li>• Im Rahmen eines Projektteams ein leistungselektronisches Systeme für z.B. einen Hybridantrieb zu konzeptionieren (3) und die geeigneten Bauelemente (2) auszuwählen und die Ergebnisse in einer Präsentation vorzustellen (3)</li> </ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Skript, Übungsaufgaben, Arbeitsblätter, Literaturliste
<b>Lehrmedien</b>
Beamer, Tafel, Rechner
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mohan, Undeland, Robbins: Power Electronics: Converters, Applications and Design, John Wiley and Sons,</li> <li>• Erickson, Maksimovic: Fundamentals of Power Electronics, KluwerAcademic Publishers</li> <li>• D. Schröder: Elektrische Antriebe 4: Leistungselektronische Schaltungen, 1. Auflage, Springer Verlag,</li> <li>• Jossen, Weydanz: Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, Reichardt Verlag,</li> </ul>

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

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Masterarbeit		12
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Welsch	Elektro- und Informationstechnik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3	1	Pflicht	30

#### Verpflichtende Voraussetzungen

Das Thema der Masterarbeit kann frühestens ausgegeben werden, wenn im Studienfortschritt 45 Credits erreicht wurden.

#### Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Masterarbeit Präsentation		6
2.	Masterarbeit schriftliche Ausarbeitung		24

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Masterarbeit Präsentation		MP
Verantwortliche/r	Fakultät	
Betreuender Professor	Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
N.N.		
Lehrform		
Selbständige ingenieurmäßige Präsentation eines wissenschaftlichen Projektes unter Anleitung durch den jeweiligen betreuenden Dozenten.		

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

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
-	180 h

Studien- und Prüfungsleistung
mündlicher Prüfungsvortrag (max. 45 Minuten)

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>Schriftliche Aufarbeitung und Dokumentation der Masterarbeit. Dies erfordert sowohl die Durchführung von Literatur-Recherchen als auch das Verfassen wissenschaftlicher Texte.</li> <li>Mündliche Präsentation und Begründung der erarbeiteten Ergebnisse. In diesem Zusammenhang sind geeignete Vortragstechniken zu erlernen</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Ergebnisse der Masterarbeit, ihre fachlichen Grundlagen und ihre fachübergreifenden Zusammenhänge mündlich darzustellen, zu präsentieren und selbständig zu begründen (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2
Literatur
Der zur Verfügung stehende Stand der Technik

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

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
Masterarbeit schriftliche Ausarbeitung		MA	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
Betreuender Professor		Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
N.N.			
<b>Lehrform</b>			
Eigenständige Ingenieurarbeit nach wissenschaftlichen Methoden mit Dokumentation unter fachlicher Anleitung der jeweils betreuenden Dozenten.			

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3		deutsch	24

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
-	Erstellung der Masterarbeit: 720 h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Masterarbeit

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbständige ingenieurmäßige Bearbeitung eines praxisorientierten Projektes bzw. Problems auf Basis einer wissenschaftlichen Vorgehensweise. Ausgangspunkt ist dabei eine theoretische, konstruktive experimentelle Aufgabenstellung.</li> <li>• Das Thema ist in Absprache mit dem jeweiligen betreuenden Dozenten wählbar und kann sowohl an der Hochschule als auch extern in einem Unternehmen bearbeitet werden.</li> <li>• Die gewählte Aufgabenstellung soll im Bereich „Elektromobilität“ und/oder „Energienetze“ angesiedelt sein, so dass der Studierende ein Problem bzw. Projekt aus der im Master spezifischen Fachrichtung bearbeiten muss.</li> <li>• Der Studierende zeigt mit der Erstellung der Masterarbeit, dass er in der Lage ist, sein Fachwissen und die im Studium erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten problemlösungsorientiert anzuwenden. Dabei ist auch eine fächerübergreifende Betrachtung sowie eine gesellschaftskritische Hinterfragung des Themenfeldes und der zu erarbeitenden Problemlösung erforderlich.</li> <li>• Die Masterarbeit unterscheidet sich von der Bachelorarbeit sowohl im Umfang als auch in der Komplexität der Problemstellung.</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sowohl fachliche Einzelheiten als auch fachübergreifende Zusammenhänge zu verstehen (3)</li> <li>• Ergebnisse nach wissenschaftlichen und fachpraktischen Anforderungen aufzubereiten und zu dokumentieren (3)</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"><li>• ein größeres ingenieurwissenschaftliches Projekt innerhalb einer vorgegebenen Frist selbständig zu bearbeiten (3)</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
sämtliche Manuskripte, Übungsaufgaben etc. des Studienverlaufs
<b>Lehrmedien</b>
alle erforderlichen Unterlagen zur Themenbearbeitung
<b>Literatur</b>
Der zur Verfügung stehende Stand der Technik

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

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Numerische Mathematik		1
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Dr. Gabriela Tapken (LBA)	Informatik und Mathematik	

Zuordnung zu weiteren Studiengängen
Elektro- und Informationstechnik

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	1	Pflicht	5

## Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Numerische Mathematik	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Numerische Mathematik		NUM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Dr. Gabriela Tapken (LBA)	Informatik und Mathematik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Dr. Gabriela Tapken (LBA)	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht mit Übungen und Praktikum im Computerraum		

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

Zeitaufwand:

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

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

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

- bei ihnen unbekanntem numerischen Verfahren aus prinzipiell bekannten Teilbereichen der Numerik hinsichtlich ihrer Qualität zu analysieren. (3)
- zu erkennen bei welchen Arten von Problemen die Verwendung eines numerischen Verfahrens sinnvoll sein könnte oder eben auch nicht. (2)

#### Lernziele: Persönliche Kompetenz

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

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

#### Angebotene Lehrunterlagen

Lückenskript, Übungsaufgaben und Lösungen, mathematische Software, Literaturliste

#### Lehrmedien

Tafel, Overheadprojektor, Beamer, Software

#### Literatur

- Dahmen, D; Reusken, A: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer (2008)
- Huckle, T; Schneider, S: Numerische Methoden, Springer (2006)
- Hermann, M: Numerische Mathematik, Oldenbourg (2011)
- Press, W; Teukolski, S; Vetterling, W; Flannery, B: Numerical recipes, Cambridge University Press (2007)

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

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Theoretische Elektrotechnik		3
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Mikhail Chamonine	Elektro- und Informationstechnik	

Zuordnung zu weiteren Studiengängen
Elektro- und Informationstechnik

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	1	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
Überblick über grundlegende Größen der Vektoranalysis und ihre Bedeutung. Korrekte Berechnung von grundlegenden Größen der Vektoranalysis.
Empfohlene Vorkenntnisse
Erworbene Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen in einer Lehrveranstaltung über Felder, Wellen und Leitungen im Umfang von mindestens 5 ECTS.

## Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Theoretische Elektrotechnik	4 SWS	5

Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen
<b>Bitte beachten:</b> Bei diesem Modul handelt es sich im Master Elektro- und Informationstechnik um ein Pflichtmodul. Im Master Elektromobilität und Energienetze handelt es sich um ein Wahlpflichtmodul - entweder das Modul "Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik, Optimierung" oder das Modul "Theoretische Elektrotechnik" ist zu belegen.

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Theoretische Elektrotechnik		TET
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Mikhail Chamonine	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Mikhail Chamonine	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht mit ca. 15% Übungsanteil, Simulation an Rechnerarbeitsplätzen.		

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

Zeitaufwand:

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

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

**Inhalte**

- Einführung
  - Maxwell-Gleichungen in differentieller und integraler Formulierung.
  - Klassifikation von elektromagnetischen Problemen.
  - Klassifikation von Differentialgleichungen und Randbedingungen.
  - Das Helmholtz Theorem.
  - Eindeutigkeitssatz.
  
- Elektrostatik
  - Elektrisches Potenzial.
  - Laplace und Poisson Gleichung.
  - Arbeit und Energie in der Elektrostatik.
  - Leitende Körper.
  - Potenziale verschiedener Ladungsanordnungen. Multipolentwicklung.
  - Spezifische Lösungsmethoden der Laplace Gleichung.
  
- Magnetostatik
  - Die magnetischen Potenziale.
  - Stetigkeitsbedingungen.
  - Multipolentwicklung für den Vektorpotenzial.
  - Induktivität.
  
- Elektrische und magnetische Felder in der Materie
  - Feld eines polarisierten Objektes
  - Feld eines magnetisierten Objektes
  
- Zeitlich langsam veränderliche Felder
  - Skineffekt, Wirbelströme.
  
- Erhaltungssätze
  - Ladungserhaltung.
  - Energieerhaltung. Satz von Poynting.
  - Maxwellscher Spannungstensor.
  - Drehimpuls.
  
- Elektromagnetische Wellen
  - Wellengleichung.
  - Ebene Wellen. Lösungen für verschiedene Materialien. Skintiefe.
  - Brechung und Reflexion. Oberflächenwelle.
  - Wellenleiter.
  
- Strahlung
  - Dipolstrahlung.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punktladungen.</li> </ul>
<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Konzepte und die Fachbegriffe der Elektrodynamik zu kennen. (1)</li> <li>• Erhaltungssätze zu kennen. (1)</li> <li>• Elektromagnetische Phänomene auf der Grundlage physikalischer Grundgrößen durch die Grundgleichungen des Elektromagnetismus (Maxwell-Gleichungen) mathematisch beschreiben und die Grundgleichungen lösen zu können. (2)</li> <li>• Durch die Verwendung einer kleinen Anzahl von physikalischen Konzepten und Gesetzen qualitative Schlussfolgerungen daraus ziehen zu können. (2)</li> <li>• Um die Feldverteilungen zu berechnen, die Maxwell-Gleichungen, verstehen und anwenden (3)</li> </ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2.</p>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Übungsaufgaben, Literaturliste
<b>Lehrmedien</b>
Tafel, Overheadprojektor, Rechner, Beamer
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, Fourth Edition, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2017.</li> <li>• Heino Henke, Elektromagnetische Felder, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2015.</li> <li>• M. Nahvi, J.A. Edminister, Electromagnetics, Fifth Edition, McGraw Hill, 2019.</li> <li>• Matthew N. O. Sadiku, Numerical Techniques in Electromagnetics with MATLAB®, CRC Press, Boca Raton, USA, 2009.</li> </ul>

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



<b>Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)</b>		<b>Modul-KzBez. oder Nr.</b>
Vertiefungsmodule		9, 10, 11
<b>Modulverantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
N.N.	Elektro- und Informationstechnik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2	1	Wahlpflicht	5

## Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Besondere netztechnische Betriebsmittel	4 SWS	5
2.	Bordnetze und mobile Energiespeicher	4 SWS	5
3.	Geregelte Elektrische Antriebe	4 SWS	5
4.	Multiphysikalische Modellierung und Simulation	4 SWS	5
5.	Netzstabilität und Netzregelung	4 SWS	5
6.	Netz- und Elektrizitätswirtschaft	4 SWS	5
7.	Simulation elektrischer Netze und Geräte	4 SWS	5
8.	Thermisches Betriebsmanagement im Fahrzeug	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Besondere netztechnische Betriebsmittel		BNB
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Manfred Bruckmann	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Manfred Bruckmann	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht mit 10-15 % Übungsanteil		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	Vor-/Nachbereitungszeit/Prüfungsvorbereitung: 90 h

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

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ)</li> <li>• FACTS</li> <li>• Regel- und Phasenschiebertransformatoren</li> <li>• Rotierende Phasenschieber</li> <li>• Wechselrichter</li> <li>• Lastflusssteuerung durch besondere netztechnische Betriebsmittel</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Wirkungsweise der besonderen netztechnischen Betriebsmittel (BNB) beschreiben zu können (1)</li> <li>• Den Einfluss der BNB auf den Lastfluss berechnen zu können (3)</li> <li>• Die Auswirkungen der BNB auf die Netzplanung und den Netzbetrieb zu verstehen und deren Anwendung auswählen zu können (3)</li> </ul>
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2</p>

Angebote Lehrunterlagen
Skript, Präsentationsunterlagen und Übungen
Lehrmedien
Tafel, Rechner/Beamer
Literatur
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
Empfohlene Vorkenntnisse: Elektrische Energieverteilung bzw. elektrische Netztechnik

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

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Bordnetze und mobile Energiespeicher		BME
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Robert Huber	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Robert Huber	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht, Übungen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

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

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

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktion und Aufbau elektrischer Bordnetze</li> <li>• Spannungsebenen und deren Kopplung</li> <li>• Funktionsweise und Betriebseigenschaften von Li-Ionen-Batterien</li> <li>• Batteriemangement-Systeme</li> <li>• Ladeinfrastruktur</li> <li>• Funktionsweise und Betriebseigenschaften von Brennstoffzellen</li> <li>• Alternative mobile Energiespeicher</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau von Bordnetzen zu beschreiben (1)</li> <li>• Spannungsebenen der Bordnetze geeignet auszuwählen (2)</li> <li>• geeignete Energiespeicher für ein Elektrofahrzeug auszuwählen (3)</li> <li>• geeignete Modelle für Energiespeicher für die Beurteilung des Gesamtsystems zu erstellen (3)</li> <li>• Funktion und Aufbau von Batteriemangementssystemen zu beschreiben (1)</li> <li>• geeignete Ladeinfrastruktur zu beschreiben (1) und auszuwählen (2)</li> </ul>

<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Präsentation, Beiblätter, Tafelbild, Übungen
<b>Lehrmedien</b>
Rechner/Beamer, Tafel
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kurzweil, Peter und Dietlmeier, Otto K.: Elektrochemische Speicher, Springer Vieweg 2015</li><li>• Kurzweil, Peter: Brennstoffzellentechnik, Springer Vieweg 2016</li><li>• Reif, K.: Batterien, Bordnetze und Vernetzung, Vieweg+Teubner 2010</li></ul>

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

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
Geregelte Elektrische Antriebe		GEA	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger Prof. Dr. Manfred Bruckmann		Elektro- und Informationstechnik	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
Prof. Dr. Manfred Bruckmann Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger		nur im Wintersemester	
<b>Lehrform</b>			
Seminaristischer Unterricht mit ca. 15% Übungsanteil, Simulationen			

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	deutsch	5

**Zeitaufwand:**

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h	56 h Vor- und Nachbereitung, 38 h Prüfungsvorbereitung

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

Inhalte
<p><b>Teil A (2 SWS): Leistungselektronische Steller (Prof. Bruckmann)</b></p> <p>Gleichstromsteller, Drehstromsteller, Istwerterfassung, Ansteuerung</p> <p>1. Leistungselektronische Steller</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Leistungsteile für DC Brushless - DC Drehstrommotoren</li><li>• Leistungsteile für Reluktanzmotoren</li><li>• Leistungsteile für Schrittmotoren</li><li>• Spannungsschwellen Stromschwellen Isolationskoordination</li></ul> <p>2. Istwerterfassung</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sensoren für die Strommessung</li><li>• Sensoren für die Spannungsmessung</li><li>• Sensoren für Lage und Drehzahlmessung, Hallsensoren.</li><li>• Dazu gehörige Schaltungen bzw. Prinzipien.</li></ul> <p>3. Potenzialtrennung</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Anforderungen</li><li>• Potenzialtrennung analog,</li><li>• Potenzialtrennung digital,</li></ul> <p>4. Ansteuerung und Schutz</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Anforderungen</li><li>• Lösungsansätze</li><li>• Praktisches Beispiel einer ausgeführten Schaltung</li></ul> <p>5. Praktische Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Studentisches Projekt 1</li><li>• Studentisches Projekt 2</li><li>• Studentisches Projekt 3</li><li>• Studentisches Projekt 4</li></ul> <p><b>Teil B (2 SWS): Regelung elektrischer Antriebe (Prof. Hopfensperger)</b></p> <p>1. Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Komponenten eines Antriebssystems</li><li>• Translatorische, rotatorische Bewegung, mechanische Bewegungsgleichung</li><li>• Bestimmung Massenträgheitsmoment</li></ul> <p>2. Regelung der Gleichstrommaschine (GM)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Modellbildung GM</li><li>• Regelungstechnische Modellbildung von Stromrichtern</li><li>• Auslegung des Ankerstromreglers</li><li>• Auslegung des Drehzahlreglers</li></ul>

### 3. Drehfeldantriebe

- Drehfelderzeugung
- Raumzeigerbeschreibung
- Systemgleichungen

### 4. Regelung der Synchronmaschine (SM)

- Beschreibung der SM im polradfesten Bezugssystem
- Regelungstechnische Struktur der SM
- Auslegung des Stromreglers
- Auslegung des Drehzahlreglers

### 5. Regelung der Asynchronmaschine (ASM)

- Regelungstechnisches Modell einer ASM
- Spannungsmodell
- Strommodell
- Feldorientierte Regelung der spannungsgesteuerten AS

#### Lernziele: Fachkompetenz

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

- leistungselektronische Stellglieder für die Regelung elektrischer Antriebe zu benennen (1), den Aufbau und das Betriebsverhalten zu erklären (1) und eine Schaltungstopologie auf ihren Einsatz hin zu bewerten (2),
- eine Auslegung von leistungselektronischen Stellgliedern vorzunehmen (2),
- den Aufbau und die Inbetriebnahme eines drehzahlgeregelten Antriebs in selbständiger Teamarbeit vorzunehmen (3),
- Modulationsverfahren zu bewerten (2),
- Systemgleichungen von elektrischer Antriebsmaschinen aufzustellen (2) und einen Wirkungsplan als Basis für eine Simulation herzuleiten (2),
- Strom- und Drehzahlregelkreise in Abhängigkeit der Systemparameter zu dimensionieren (2),
- applikationsspezifische Anforderungen einzuschätzen (3) und dafür ein Antriebssystem zu entwerfen (2).

#### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2

#### Angebotene Lehrunterlagen

Übungsaufgaben, Arbeitsblätter

#### Lehrmedien

Tafelbild, Präsentation, Übungsbeispiele



## Literatur

Teil A: wird während der Vorlesung bekannt gegeben

Teil B:

- Nuß, U.; Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe, VDE-Verlag, 2010, ISBN:978-3-8007-3218-0
- Probst, U.; Servoantriebe in der Automatisierungstechnik, Vieweg, 2011, ISBN978-3-8348-0927-8
- Quang, N. P., Dittrich, J.-A.; Vector Control of Three-Phase AC Machines, Springer Verlag
- Schröder D.; Elektrische Antriebe, Springer Verlag

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

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Multiphysikalische Modellierung und Simulation		MMS
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Anton Haumer	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Anton Haumer	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht, 50 % Übungen am Rechner		

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

Zeitaufwand:

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

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

Inhalte
<p>Modelica ist eine freie, objektorientierte, akasale und gleichungsbasierte Modellierungssprache für komplexe physikalische Systeme der Elektrotechnik, Mechanik, Antriebstechnik, Mechatronik, Thermodynamik und Regelungstechnik.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien der Modellierung und Simulation</li> <li>• Modellierungs- und Simulationsumgebungen: OpenModelica und Dymola</li> <li>• Grundlegende Modelica-Syntax</li> <li>• Fortgeschrittene Modelica-Funktionalität</li> <li>• Elektrische und Mechanische Modellierung</li> <li>• Thermodynamische Modellierung und Regelungstechnik</li> <li>• Effiziente Organisation von Parameter-Datensätzen Functional Mockup Interface: Export von multiphysikalischen Modellen für den Import in andere Entwicklungswerkzeuge wie z.B. Simulink</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierungs- und Simulationsumgebungen zu benennen (1)</li> <li>• Modelle aus in Bibliotheken vorhandenen Komponenten aufzubauen (2)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• das Verhalten von Systemen mit Hilfe geeigneter Modelle zu untersuchen und zu beurteilen (3)</li> <li>• Simulationen durchzuführen und die Ergebnisse zu validieren (3)</li> <li>• eigene Modelle für Komponenten zu entwickeln (2), zu validieren (3) und in Bibliotheken zu organisieren (2)</li> <li>• Modelle als Functional Mockup Unit zu exportieren und in Simulink zu verwenden (3)</li> </ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Präsentation, Beiblätter, Tafelbild, Übungen
<b>Lehrmedien</b>
Rechner/Beamer, Tafel
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fritzson, Peter: Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3: A Cyber-Physical Approach, Wiley, 2014</li> <li>• Kral, Christian: Modelica – Objektorientierte Modellbildung von Drehfeldmaschinen, Hanser 2019</li> </ul>
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Empfohlene Vorkenntnisse: Documents English, teaching language is German or English depending on students.

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

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
Netzstabilität und Netzregelung		NSR	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Oliver Brückl		Elektro- und Informationstechnik	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
Prof. Dr. Oliver Brückl		nur im Wintersemester	
<b>Lehrform</b>			
Seminaristischer Unterricht mit 10-15 % Übungsanteil			

<b>Studiensemester gemäß Studienplan</b>	<b>Lehrumfang</b>	<b>Lehrsprache</b>	<b>Arbeitsaufwand</b>
	[SWS oder UE]		[ECTS-Credits]
	4 SWS	deutsch	5

**Zeitaufwand:**

<b>Präsenzstudium</b>	<b>Eigenstudium</b>
60 h	66 h Vor- und Nachbereitung, 24 h Prüfungsvorbereitung

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

<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffe der Netzstabilität</li> <li>• Dynamik der Frequenzhaltung und Lastabwurf/Kaskade</li> <li>• Regelleistung (Ursachen, Arten, Abruf, Dimensionierung)</li> <li>• Gesicherte Leistung (Bestimmung)</li> <li>• Engpassmanagement</li> <li>• Kurzschlussleistung und Polradwinkelstabilität</li> <li>• Spannungshaltung/Blindleistung, Spannungskollaps</li> <li>• Netzwiederaufbau</li> </ul>
<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrifflichkeiten der Netzstabilität erklären zu können (1)</li> <li>• die verschiedenen Stabilitätsphänomene beschreiben zu können (1) und in ihren Grundzügen berechnen zu können (3)</li> <li>• den Regelleistungsbedarf sowie die gesicherter Leistung wahrscheinlichkeitstheoretisch ermitteln zu können (3)</li> <li>• Maßnahmen zur Gewährleistung der Netzstabilität einsetzen zu können (3)</li> </ul>

<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2
<b>Angebote Lehrunterlagen</b>
Skript, Präsentationsunterlagen und Übungen
<b>Lehrmedien</b>
Tafel, Rechner/Beamer
<b>Literatur</b>
-
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Empfohlene Vorkenntnisse: El. Energieverteilung bzw. el. Netztechnik, Netzplanung und Netzregelung

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

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
Netz- und Elektrizitätswirtschaft		NEW	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Oliver Brückl		Elektro- und Informationstechnik	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
Prof. Dr. Oliver Brückl		nur im Sommersemester	
<b>Lehrform</b>			
Seminaristischer Unterricht mit 10-15 % Übungsanteil			

<b>Studiensemester gemäß Studienplan</b>	<b>Lehrumfang</b>	<b>Lehrsprache</b>	<b>Arbeitsaufwand</b>
	[SWS oder UE]		[ECTS-Credits]
	4 SWS	deutsch	5

**Zeitaufwand:**

<b>Präsenzstudium</b>	<b>Eigenstudium</b>
60 h	66 h Vor- und Nachbereitung, 24 h Prüfungsvorbereitung

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

<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Stromhandels (Bilanzkreise, Strombörse, Produkte, Preisbildung, Grenzhandel)</li> <li>• Beschaffung von Regelleistung und anderen Systemdienstleistungen</li> <li>• Regulierung</li> <li>• Einspeisemanagement/Redispatch</li> <li>• Verlustenergiebeschaffung</li> <li>• Netzentgelt- und Abgabensystem</li> </ul>
<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktionsweise des Stromhandels erklären zu können (1)</li> <li>• den Zusammenhang und Wechselwirkungen zwischen Markt und Regulierung zu verstehen (3)</li> <li>• die Abgabensystematik darlegen zu können (1) und deren Einfluss auf ein system- und netzdienliches Verhalten der Netznutzer zu verstehen (3)</li> </ul>

<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2
<b>Angebote Lehrunterlagen</b>
Skript, Präsentationsunterlagen und Übungen
<b>Lehrmedien</b>
Tafel, Rechner/Beamer
<b>Literatur</b>

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

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Simulation elektrischer Netze und Geräte		SEN
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Franz Fuchs	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Franz Fuchs Prof. Dr. Andreas Welsch	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht mit Übungen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h	56 h Vor- und Nachbereitung, 38 h Prüfungsvorbereitung

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



Inhalte
<p><b>A) Simulation elektrischer Netze (Prof. Welsch)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in das Programm Power Factory</li> <li>2. Netzplanungsrechnungen für ein Mittelspannungsnetz <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.1. Erstellung des Netzplans des MS-Netzes</li> <li>• 2.2. Ausfallsimulationen und (n-1)-Sicherheit</li> <li>• 2.3. Szenarien</li> <li>• 2.4. Anschluss eines Windparks</li> </ul> </li> <li>3. Kurzschlussberechnungen im Hochspannungsnetz <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.1. Anfangskurzschlussstrom symmetrischer Kurzschlüsse</li> <li>• 3.2. Stoß-, Ausschalt- und Dauerkurzschlussstrom</li> <li>• 3.3. Unsymmetrische Kurzschlüsse</li> </ul> </li> <li>4. Spannungshaltung in einem Hochspannungsnetz <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4.1. Iterationssteuerung</li> <li>• 4.2. Spannungsregelung mit C und L</li> <li>• 4.3. Generatorregelung</li> <li>• 4.4. Transformatorregelung</li> </ul> </li> </ol> <p><b>B) Simulation elektrischer Geräte (Prof. Fuchs)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des elektrischen Feldes</li> <li>• Grundlagen der Feldberechnung</li> <li>• Numerische Lösungsverfahren für elektrische Felder</li> <li>• Numerische Feldberechnung mittels Methode der Finiten Elemente</li> <li>• Einsatzmöglichkeiten numerischer Simulationsverfahren in der Industrie</li> <li>• Aufgabenstellung zur Simulation elektrischer Felder in der Hochspannungstechnik</li> <li>• Grundsätzliche Vorgehensweise bei der numerischen Feldberechnung</li> <li>• Einführung in die Berechnung elektrostatischer Felder mit der FEM-Software „COMSOL“</li> <li>• Berechnung der elektrischen Feldverteilung an ausgewählten Beispielen</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <p><b>A) Simulation elektrischer Netze</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Methoden und Verfahren der Netzplanung von Netzen zu können (2)</li> <li>• einen Netzplan zu erstellen, Netzplanungsrechnungen durchzuführen und zu interpretieren (3)</li> <li>• das Verfahren der Kurzschlussstromberechnung für symmetrische und unsymmetrische Kurzschlüsse nach der VDE 0102 (2002-07) simulationstechnisch anzuwenden (3)</li> <li>• die Spannungshaltung und die Wirk- und Blindleistungsflüsse in Netzen unter Berücksichtigung von regelbaren Transformatoren zu verstehen und zu simulieren (3)</li> </ul> <p><b>B) Simulation elektrischer Geräte</b></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Zusammenhänge im elektrischen Feld zu kennen (1) und diese auf Anordnungen der Hochspannungstechnik übertragen zu können (2)</li> <li>• die Möglichkeiten der numerischen Berechnungsverfahren für elektrische Felder zu kennen (1) und die Anwendbarkeit auf mögliche Problemstellungen einschätzen zu können (2)</li> <li>• die mathematischen Grundlagen der Finite-Elemente-Methode zu verstehen (3)</li> <li>• die elektrische Feldverteilung an hochspannungstechnischen Anordnung mittels FEM-Simulation zu ermitteln (3) Simulationsergebnisse zu beurteilen und deren Plausibilität abzuschätzen (3)</li> </ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2.
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Folien, Übungsaufgaben
<b>Lehrmedien</b>
Rechner, Simulationsprogramme
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer, 2004</li> <li>• Balzer, Nelles, Tuttas: Kurzschlussstromberechnung, VDE-Verlag, 200</li> <li>• Küchler, A: Hochspannungstechnik, Springer-Verlag, 2017</li> <li>• Schwab, A. J.: Begriffe der Feldtheorie; Springer-Verlag, 2019</li> </ul>
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Das Modul besteht aus zwei Teilen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• A: Simulation elektrischer Netze (Prof. Dr. Andreas Welsch)</li> <li>• B: Simulation elektrischer Geräte (Prof. Dr. Franz Fuchs)</li> </ul> Empfohlene Voraussetzungen für die einzelnen Teile: <ul style="list-style-type: none"> <li>• für A: ISN</li> <li>• für B: Hochspannungstechnik</li> </ul>

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

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Thermisches Betriebsmanagement im Fahrzeug		TBF
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Robert Huber	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Robert Huber	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht, Übungen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	deutsch	5

## Zeitaufwand:

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

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

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieflüsse und Wärmemanagement im Fahrzeug</li> <li>• Grundlagen Strömungsrechnung, Wärme- und Stofftransport als Basis zur Berechnung von Kühlkreisläufen</li> <li>• Grundlagen Wärme- und Kältetechnik</li> <li>• Aufbau und Kühlkonzepte von Hochvoltspeichersystemen</li> <li>• Batteriemagementsysteme für Hochvoltspeichersysteme</li> <li>• Betriebsstrategie und Betriebssicherheit von Hochvoltspeichersystemen</li> <li>• Kühlungsbedarf von elektrischen Maschinen und Leistungselektronik</li> <li>• Thermisches Betriebsmanagement von elektrischen Maschinen und Invertern</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Komponenten sowie die Notwendigkeit, Nutzen und Herausforderungen des Wärmemanagements zu kennen (1)</li> <li>• Energieflüsse, Wärme- und Stoffströme im Fahrzeug zu analysieren und zu beschreiben (2)</li> <li>• einfache Wärmemanagementsysteme zu berechnen und auszulegen (3)</li> <li>• Funktion und Aufbau von Batteriemagementsystemen zu beschreiben (2)</li> <li>• einfache Batteriemagementsystemen zu entwerfen (3)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• das thermische Verhalten von Antriebskomponenten im Elektrofahrzeug zu analysieren (3)</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2.
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Präsentation, Beiblätter, Vorlesungsmitschrift, Übungen
<b>Lehrmedien</b>
Rechner/Beamer, Tafel
<b>Literatur</b>
Vorlesungsunterlage

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

<b>Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)</b>		<b>Modul-KzBez. oder Nr.</b>
Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Optimierung		2
<b>Modulverantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
Dr. Gabriela Tapken (LBA)	Informatik und Mathematik	

<b>Zuordnung zu weiteren Studiengängen</b>
Elektro- und Informationstechnik

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	1	Wahlpflicht	5

## Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Optimierung	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Optimierung		WSO
Verantwortliche/r	Fakultät	
Dr. Gabriela Tapken (LBA)	Informatik und Mathematik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Dr. Gabriela Tapken (LBA)	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht mit Übungen		

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

Zeitaufwand:

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

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

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung z.B. Kenngrößen, Verteilungen, bedingte Wahrscheinlichkeiten</li> <li>• Beschreibende Statistik z.B. Kenngrößen, graphische Darstellungen</li> <li>• Schließende Statistik z.B. Tests, Konfidenzbereiche, Regression</li> <li>• Optimierung z.B. Methoden zur Optimierung von Graphen und Netzwerken, Gradientenverfahren</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Denkweise der Wahrscheinlichkeitstheorie zu verstehen (2)</li> <li>• mit bedingten Wahrscheinlichkeiten umzugehen (2)</li> <li>• statistische Daten für Fachexperten oder Laien verständlich aufzubereiten (1) und zu analysieren (3)</li> <li>• einen Überblick über vorhandene Optimierungsverfahren verschiedener Bereiche zu geben (1) und ein zur Anwendung passendes Verfahren auszuwählen und anzuwenden (3)</li> </ul>

Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• über abstrakte Sachverhalte zu kommunizieren. (2)</li> <li>• zu wissen, welchen Genauigkeitsgrad an Information man gegenüber wem kommunizieren sollte. (1)</li> <li>• die große und stärker werdende Bedeutung der Mathematik für die aktuellen technischen und gesellschaftlichen Herausforderungen zu erkennen. (1)</li> <li>• durch ein tieferes Verständnis von Wahrscheinlichkeitstheorie/Statistik öffentliche Statistiken zu interpretieren und einzuordnen (2)</li> </ul>
Angebotene Lehrunterlagen
Lückenskript, Übungsaufgaben und Lösungen, Literaturliste
Lehrmedien
Tafel, Overheadprojektor, Beamer
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Büchter, A.; Henn, H.-W.: Elementare Stochastik, Springer</li> <li>• Georgii, H.: Stochastik, De Gruyter Lehrbuch (2015)</li> <li>• Henze, N. Stochastik für Einsteiger, Springer Spektrum (2018)</li> <li>• Neumann, K, Morlock, M: Combinatorial Optimization, Hanser-Verlag (2002)</li> <li>• Domschke, W., Drexl, A.: Eine Einführung in Operations Research, Springer (2011)</li> </ul>

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

<b>Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)</b>		<b>Modul-KzBez. oder Nr.</b>
Wissenschaftliches Projektmodul		7
<b>Modulverantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger	Elektro- und Informationstechnik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2	1	Pflicht	10

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

<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung ausgewählter Themen im Bereich Elektromobilität, Energienetze, Leistungselektronik, Energiespeicher</li> <li>• Projektorganisation, Projektstrukturierung, Projekt-Controlling</li> <li>• Fallbeispielorientierte Problem- und Zielanalyse</li> <li>• Datenerhebung und -darstellung, Schwachstellenanalyse</li> <li>• Zielorientierte Problembearbeitung und -lösung im Team unter Berücksichtigung von methodischen, systemtechnischen und wertanalytischen Vorgehensweisen</li> <li>• Systematische Dokumentation der Ergebnisse und Präsentation des Projektes</li> </ul>

<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine wissenschaftliche Projektarbeit zu planen (2), durchzuführen (2), zu dokumentieren (2) und zu präsentieren (2),</li> <li>• ein ausgewähltes Thema im Rahmen eines wissenschaftlichen Seminars aufzubereiten (2), relevante Literatur zu recherchieren (2) und auszuwählen (3), inhaltlich zu präsentieren (2) und eine Literaturbewertung zu verfassen (2).</li> </ul>

## Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Wissenschaftliche Projektarbeit	2 SWS	8
2.	Wissenschaftliches Seminar	2 SWS	2



<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>
Wissenschaftliche Projektarbeit		WPA
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Betreuender Professor		
<b>Lehrform</b>		
Anleitung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2	2 SWS	deutsch	8

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
28 h	Selbständige Projektarbeit: 212 h

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

<b>Inhalte</b>
Durchführung eines Entwicklungsprojektes im Bereich der Elektromobilität, Energienetze, Leistungselektronik oder Energiespeicher. Dieses Projekt beinhaltet folgende Teilarbeiten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektorganisation, Projektstrukturierung, Projekt-Controlling</li> <li>• Fallbeispielorientierte Problem- und Zielanalyse</li> <li>• Datenerhebung und -darstellung, Schwachstellenanalyse</li> <li>• Zielorientierte Problembearbeitung und -lösung im Team unter Berücksichtigung von methodischen, systemtechnischen und wertanalytischen Vorgehensweisen</li> <li>• Systematische Dokumentation der Ergebnisse und Präsentation des Projektes</li> </ul>
<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• das im Studium erworbene Wissen anwendungsspezifisch einzusetzen (2),</li> <li>• ein wissenschaftliches Projekt inhaltlich zu planen (2), den Projektfortschritt zu kontrollieren (2) und ggfs. Projektprioritäten zu setzen (3),</li> <li>• die Projektergebnisse nach den Regeln guter wissenschaftlicher Arbeit zu dokumentieren (2) und zu präsentieren (2).</li> </ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Projekt-, fallspezifische Arbeitsunterlagen und Fachbücher

<b>Lehrmedien</b>
Overheadprojektor, Rechner/Beamer, Exponate
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wiesner, Hans-Jörg: "Wissenschaftliche Publikationen: Grundlagen der Gestaltung", Beuth Verlag, 2009</li><li>• Franck, Norbert: "Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens", UTB, 2011</li></ul>

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

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Wissenschaftliches Seminar		WSE
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger	in jedem Semester	
Lehrform		
Anleitung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten		

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

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
28 h	Literaturrecherche und Seminarvortrag: 32 h

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

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbständige Erarbeitung eines ausgewählten Themas aus dem Bereich Elektromobilität, Energienetze, Leistungselektronik oder Energiespeicher durch die Studierenden.</li> <li>• Sichtung und Analyse von vorhandenen Publikationen und Zusammenstellung dieser.</li> <li>• Aufbereitung der Ergebnisse und Darstellung dieser durch eine schriftliche Ausarbeitung und eine Präsentation vor Mitstudierenden und Betreuern</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Literatur für das ausgewählte Thema zu recherchieren (2), zu sichten (2), auf ihre Relevanz hin zu bewerten (3),</li> <li>• das erarbeitete Thema aufzubereiten (2) und zu präsentieren (2),</li> <li>• die gesichtete Literatur zu bewerten (3) und zu dokumentieren (2).</li> </ul>
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, siehe Vorspann dieses Modulhandbuchs Punkt 2</p>

Angebotene Lehrunterlagen
Projekt-, fallspezifische Arbeitsunterlagen und Fachbücher
Lehrmedien
Overheadprojektor, Rechner/Beamer, Exponate
Literatur
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wiesner, Hans-Jörg: "Wissenschaftliche Publikationen: Grundlagen der Gestaltung" Beuth Verlag, 2009</li><li>• Franck, Norbert: "Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens" UTB, 2011</li></ul>

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