



Hochschule Karlsruhe
Technik und Wirtschaft
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**Fakultät für Elektro-
und Informationstechnik**

Modulhandbuch

Master-Studiengang

Elektro- und Informationstechnik

Abschluss: Master of Science

**SPO Version 1.0
Juli 2013**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Module	4
1.2	Leistungspunkte.....	4
2	Übersicht über den Studiengang	5
3	Module	8
3.1	Studienrichtung Informationstechnik	8
3.1.1	Signal Theory.....	8
3.1.2	Communication Systems	9
3.1.3	Optical Data Transmission.....	11
3.1.4	Information Theory and Coding	12
3.1.5	Analog-digital systems.....	14
3.1.6	RF Systems	16
3.2	Studienrichtung Automatisierungstechnik	19
3.2.1	Advanced Control	19
3.2.2	Switched Mode Power Supplies	20
3.2.3	Safety and Security in Automation.....	22
3.2.4	Prozessinformatik	24
3.2.5	Design for Six Sigma	26
3.2.6	Betriebsleittechnik.....	28
3.3	Studienrichtung Energietechnik und Erneuerbare Energien	30
3.3.1	Elektrische Antriebe.....	30
3.3.2	Hochspannungsprüftechnik und EMV	31
3.3.3	Verteilte Energiesysteme.....	33
3.3.4	Netzbetrieb und Schaltgeräte	36
3.3.5	Solare Energienutzung	37
3.3.6	Seminar Erneuerbare Energien	39
3.4	Studienrichtung Sensorsystemtechnik	41
3.4.1	Physikalische und chemische Sensorik.....	41
3.4.2	Mikrosysteme.....	43
3.4.3	Theoretische Aspekte der Sensorik I.....	45
3.4.4	Theoretische Aspekte der Sensorik II.....	47
3.4.5	Bio- Chemo- und Strahlungssensorik.....	49
3.4.6	Optische Sensorik.....	51
3.4.7	Umwelttechnologie	53
3.5	Allgemeine Module	55
3.5.1	Projekt.....	55
3.5.2	Master-Thesis	56
3.5.3	Abschlussprüfung	57

1 Einleitung

Dieses Handbuch beschreibt den Master-Studiengang Elektro- und Informationstechnik, der an der Fakultät für Elektro- und Informationstechnik der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft angeboten wird.

Ziel des Handbuchs ist es, den Studierenden sowie Studiumsinteressenten einen Überblick über das Master-Studium zu geben (Kapitel 2) und gleichzeitig auch eine ausführliche Beschreibung der Lehrinhalte der einzelnen Module und der ihnen zugeordneten Lehrveranstaltungen zu sein. Insofern erfüllt dieses Modulhandbuch auch die Funktion eines kommentierten Vorlesungsverzeichnisses.

Die Beschreibung der Module orientiert sich an den Standards, die von der Kultusministerkonferenz (KMK) in ihrem Beschluss zur Einführung von Leistungspunkten und zur Modularisierung der Studiengänge vorgegeben wurden.

1.1 Module

Unter Modularisierung versteht man die Zusammenfassung von Stoffgebieten zu thematisch und zeitlich abgerundeten, in sich geschlossenen und mit Leistungspunkten versehenen abprüfbaren Einheiten. Module können sich aus verschiedenen Lehr- und Lernformen zusammensetzen. Wenn alle zu einem Modul gehörigen Prüfungsleistungen erbracht sind, werden dem Prüfungskonto Leistungspunkte gutgeschrieben und es wird die Note des Moduls berechnet.

Mit der Modularisierung wird das Ziel verfolgt, die Mobilität der Studierenden zu fördern, indem ein wechselseitiges Anerkennen von Studienleistungen ermöglicht wird.

1.2 Leistungspunkte

Die Leistungspunkte oder Kreditpunkte (englisch Credit Points, Abkürzung CP) dienen der quantitativen Erfassung der von den Studierenden erbrachten Arbeitsleistung. Ein Leistungspunkt entspricht dabei einem Studienaufwand von 30 Stunden effektiver Studienzeit. Sie umfasst Präsenzzeiten, Vor- und Nachbereitung sowie Prüfungsvorbereitung. Ein Studienjahr umfasst 60 CP, entsprechend 1800 Arbeitsstunden im Jahr. Der Umfang von Lehrveranstaltungen und die zugehörigen Leistungspunkte der einzelnen Lehrveranstaltungen sind in den Modulbeschreibungen angegeben.

Leistungspunkte werden nur insgesamt für ein Modul vergeben und nur dann, wenn alle einem Modul zugeordneten Prüfungsleistungen und ggf. Prüfungsvorleistungen erfolgreich abgelegt wurden.

2 Übersicht über den Studiengang

Der Masterstudiengang Elektro- und Informationstechnik führt nach drei Semestern mit einem Arbeitsaufwand von 90 Kreditpunkten nach ECTS zum Abschluss „Master of Science“.

Ziel des Masterstudiengangs ist es, basierend auf einer breiten Grundlagenausbildung den Studierenden eine Vertiefung in wichtigen Teilbereichen der Elektro- und Informationstechnik zu ermöglichen. Dabei steht der Erwerb von fundierten theoretischen Kenntnissen im Vordergrund. Die Anzahl von Laborveranstaltungen ist z.B. gegenüber einem Bachelor-Studiengang erheblich reduziert. Die Studierenden werden befähigt, komplexe Sachverhalte zu verstehen, sie in mathematischen oder physikalischen Modellen darzustellen, Erkenntnisse daraus zu gewinnen und diese auf verwandte Aufgabenstellungen anzuwenden. Ein wichtiger Aspekt der Master-Ausbildung ist auch, die Studierenden zu selbstständigem wissenschaftlichen Arbeiten anzuleiten. So erbringen die Studierenden mehr als 40% der erforderlichen Kreditpunkte (bis zu 38 von 90 Kreditpunkten) in unter Anleitung eigenständig durchgeführter angewandter Forschung im Rahmen von Projektarbeiten und der Masterarbeit.

Der Abschluss befähigt die Studierenden zur Aufnahme einer Tätigkeit in Entwicklungs- und Forschungsabteilungen der elektro- und informationstechnischen Industrie, als technische Projektleiter und Projektkoordinatoren oder in verantwortungsvollen Positionen der öffentlichen technischen Verwaltung. Er berechtigt ebenso zur Aufnahme in einen Promotionsstudiengang.

Im Zuge der immer fortschreitenden Globalisierung ist der Erwerb von internationaler Erfahrung eine wichtige Schlüsselkompetenz für die Studierenden. Um diese Erfahrung zu ermöglichen kann im Rahmen des Masterstudiums Elektro- und Informationstechnik an der Hochschule Karlsruhe ein Doppelabschluss mit einer ausländischen Hochschule erzielt werden. Für den anglo-amerikanischen Raum besteht ein Doppelabschlussprogramm mit der Ryerson-Universität in Toronto, bei dem nach zwei Semestern Studium in Karlsruhe und zwei Semestern in Toronto die Masterabschlüsse beider Hochschulen erreicht werden. Für den frankophonen Raum besteht ein ähnliches Abkommen mit der INSA aus Strasbourg, das ebenfalls nach vier Semestern Studium zu einem deutschen und einem französischen Masterabschluss führt.

Der Masterstudiengang Elektrotechnik steht in- und ausländischen Studierenden mit einem überdurchschnittlich abgeschlossenen Bachelor- oder Diplomstudium im Fach Elektrotechnik oder einer verwandten Fachrichtung (z. B. Sensorsystemtechnik, Mechatronik, etc.) offen. Ein Teil der Vorlesungen wird nach vorheriger Ankündigung in englischer Sprache angeboten.

Während des Studiums können sich die Studierenden in einer der vier Studienrichtungen spezialisieren:

- Informationstechnik
- Automatisierungstechnik
- Energietechnik und erneuerbare Energien
- Sensorsystemtechnik

Die Studienrichtung Informationstechnik vertieft die Aspekte der digitalen Verarbeitung von Information, der Schätztheorie, der Informationsübertragung über Radiowellen und optische Systeme sowie der Hochfrequenzsysteme.

In der Studienrichtung Automatisierungstechnik steht die Automatisierung von Industrieanlagen im Vordergrund. Themen sind hier die Steuer- und Regelungstechnik, Automatisierungssysteme, Prozessinformatik, sowie Aspekte der Sicherheit und Qualitätssicherung.

Die Studienrichtung Energietechnik und erneuerbare Energien legt den Schwerpunkt auf die Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie. Es werden die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien wie Wind und Sonne, klassische Kraftwerke und die zur Anwendung kommenden elektrischen Maschinen, sowie die zur Verteilung erforderliche Hochspannungstechnik, die Netz- und Anlagentechnik und intelligente Netze betrachtet.

In der Studienrichtung Sensorsystemtechnik werden die physikalischen und chemischen Phänomene untersucht, die in der Konstruktion von Sensoren zur Anwendung kommen. Ergänzt werden sie durch Aspekte der Umwelttechnologie und der Mikrosystemtechnik.

Die Struktur des Masterstudiengangs ist in Abb. 1 dargestellt. Jede Studienrichtung umfasst einen Pflichtbereich im Umfang von 40 Kreditpunkten, einen Wahlbereich im Umfang von 20 Kreditpunkten und zum Ende des Studiums die Master-Thesis, die zusammen mit der Abschlussprüfung einen Umfang von 30 Kreditpunkten hat.

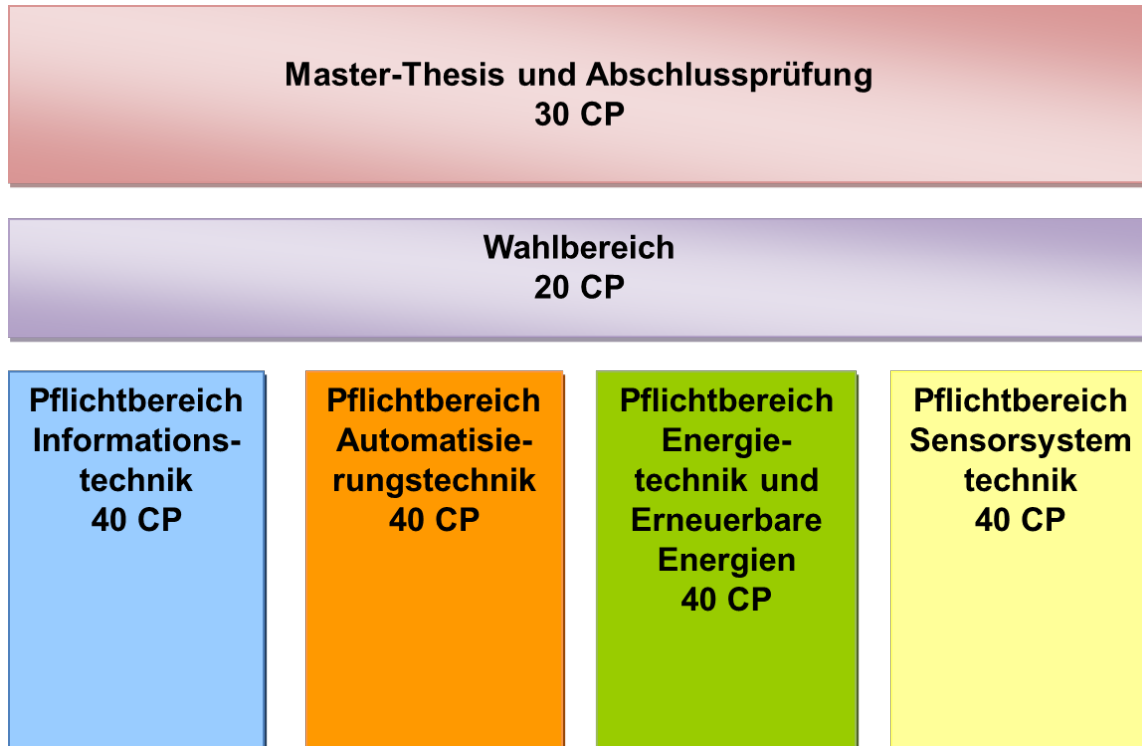


Abbildung 1 Struktur des Masterstudiengangs

Die Module des Wahlbereichs können aus den Modulen einer nicht gewählten Studienrichtung ausgewählt werden. Auf Antrag und nach vorheriger Genehmigung durch die Prüfungskommission können im Wahlbereich auch Module aus anderen, verwandten Masterstudiengängen der Hochschule oder von anderen Hochschulen belegt werden.

Die in den Pflichtbereichen zu belegenden Module sind in Abbildung 2 dargestellt. Die Module werden einzügig, wie angegeben im Wintersemester oder im Sommersemester angeboten. Die Prüfungen zu den Modulen können in jedem Semester abgelegt werden. Das Modul Projekt kann sowohl im Wintersemester als auch im Sommersemester durchgeführt werden.

Module mit einem englischen Titel können in englischer oder in deutscher Sprache angeboten werden. Die Unterrichtssprache wird rechtzeitig vor Semesterbeginn bekanntgegeben.

	Projekt 8 CP	Projekt 8 CP	Projekt 5 CP	Projekt 5 CP
	RF Systems 6 SWS, 7 CP	Betriebsleittechnik 4 SWS, 7 CP	Seminar Erneuerbare Energ. 4 SWS, 5 CP	Umweltechnologie 4 SWS, 5 CP
SS	Analog-digital Systems 4 SWS, 5 CP	Design for Six Sigma 4 SWS, 5 CP	Solare Energienutzung 4 SWS, 5 CP	Optische Sensorik 4 SWS, 5 CP
	Inform. Theory and Coding 4 SWS, 5 CP	Prozessinformatik 4 SWS, 5 CP	Netzbetrieb und Schaltgeräte 4 SWS, 5 CP	Bio-, Chemo- u. Strahl.sens. 4 SWS, 5 CP
	Optical Data Transmission 4 SWS, 5 CP	Safety and Sec. in Autom. 4 SWS, 5 CP	Verteilte Energiesysteme 4 SWS, 5 CP	Theor. Aspekte d. Sensorik II 4 SWS, 5 CP
WS	Communication Systems 4 SWS, 5 CP	Switched Mode Power Suppl. 4 SWS, 5 CP	Hochspannungsprüf. u. EMV 6 SWS, 8 CP	Theor. Aspekte d. Sensorik I 4 SWS, 5 CP
	Signal Theory 4 SWS, 5 CP	Advanced Control 4 SWS, 5 CP	Elektrische Antriebe 6 SWS, 7 CP	Mikrosysteme 4 SWS, 5 CP
				Physik. u. chem. Sensorik 4 SWS, 5 CP
	26 SWS, 40 CP	24 SWS, 40 CP	28 SWS, 40 CP	28 SWS, 40 CP
	Pflichtbereich Informationstechnik	Pflichtbereich Automatisierungst.	Pflichtbereich Energiet. u. Ern. Energ.	Pflichtbereich Sensorsystemtechnik

Abbildung 2 Pflichtbereiche der vier Studienrichtungen

3 Module

3.1 Studienrichtung Informationstechnik

3.1.1 Signal Theory

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM110I Signal Theory
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM111I Parameter Estimation EITM112I Spectral Estimation
Studiensemester	1st semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Franz Quint
Dozenten	Prof. Dr. Franz Quint Prof. Dr. Joachim Stöckle
Sprache	English or German; the course language will be announced at the beginning of the semester
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Course, 2h + 2h/week
Modus	Mandatory in the study field Information technology, elective in the other study fields of the program
Turnus	Winter semester
Arbeitsaufwand	On-campus program 60 h, self study 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	System Theory, Linear Algebra
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	none
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> The module provides the foundations of estimation theory and applies the concepts to the estimation of parameters and the estimation of spectra.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Estimation theory is one of the key techniques used in modern signal processing and communication systems. However, its applicability is not limited only to the field of electrical engineering, but it is used in any domain of engineering and science.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Upon successful completion,</p> <ul style="list-style-type: none"> • the students are able to discern between measurement and estimation • the students are able to assess the quality of an estimator • the students know the design principles of estimators • the students can design linear estimators with the least-squares cost function • understand the fundamental importance of the Gauß-Markov-theorem • apply the estimation principles to the estimation of spectra • have understood the problems that arise with time windowing • can implement DFT-based spectral estimation methods • can design model-based and subspace based spectral estimators
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • properties of estimators

	<ul style="list-style-type: none"> • cost functions for estimators • principle of minimum mean square error • Gauß-Markov-theorem • implementation of an estimator as FIR-filter • DFT-based methods of spectral estimation • parametric models for random processes • AR-models, Yule-Walker-equation, Levinson-Durbin-recursion • spectral estimation and prediction • lattice filters, method of Burg • subspace models • methods of Pisarenko, MUSIC, ESPRIT
Studien- und Prüfungsleistungen	Assessment is done by either a written exam (90 minutes) or an oral examination (20 minutes). The form of examination will be announced at the beginning of the semester.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • course manuscript • slides (Powerpoint, PDF) • Matlab simulation programs • excersizes
Literatur	<p>K. Kroschel: <i>Statistische Informationstechnik</i>, 4. Auflage, Springer, 2004</p> <p>K.D. Kammeyer, K. Kroschel: <i>Digitale Signalverarbeitung, Filterung und Spektralanalyse</i>, mit MATLAB-Übungen, 6. Auflage, Teubner 2006</p> <p>S. M. Kay: <i>Modern Spectral Estimation</i>, Prentice Hall, 1988</p> <p>S. M. Kay: <i>Fundamentals of Statistical Processing, Volume I: Estimation Theory</i>, Prentice Hall, 1993</p> <p>P. Stoica, R. Moses: <i>Spectral Analysis of Signals</i>, Prentice Hall, 2005</p>

3.1.2 Communication Systems

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM120I Communication Systems
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM121I Architecture of Communication Systems EITM122I Signal Processing in Communication Systems
Studiensemester	1st semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Manfred Litzenburger
Dozenten	Prof. Dr. Manfred Litzenburger
Sprache	English or German; the course language will be announced at the beginning of the semester
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Course, 2h + 2h/week
Modus	Mandatory in the study field Information technology, elective in the other study fields of the program
Turnus	Winter semester
Arbeitsaufwand	On-campus program 60 h, self study 60 h
Kreditpunkte	4 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Knowledge in Systems Theory, Digital Signal Processing, and Digital Communications

Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	none
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> The module provides theoretical background and practical knowledge on advanced schemes for adaptive signal processing algorithms in digital transmission systems as well as architectural principles and functional building blocks of modern digital transmitters / receivers.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Based on knowledge in digital modulation and digital signal processing techniques, this module introduces specific algorithms for signal processing in communication systems and basic architectures for communication devices. Complementary to the module “RF-Instrumentation” which focuses on analog RF-frontends, this module concentrates on the digital part of the communication system, including A/D- and D/A-converters as the interface between these two domains. Information theoretical aspects and error correction coding are covered by the module “Information Theory and Coding“.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> After having successfully completed the course, the students</p> <ul style="list-style-type: none"> • know principles and performance of advanced signal processing algorithms in modern digital communication systems like adaptive equalisation, optimum sequence detection, and multi-antenna processing • understand the mathematical principles and the importance of adaptive optimisation for efficient digital signal transmission • are able to apply these principles to adaptive systems like equalisers, smart antennas and adaptive MIMO-schemes • understand the architectural principles and components of modern digital communication systems • are able to design critical building blocks in the digital frontend of a communication device like filters, decimators / interpolators, and converters • can assess and quantify the computational complexity of these functional building blocks • know the motivation and the background of software-defined radios and the roads towards their realisation in actual communication systems
Inhalt	<p><i>Lecture Signal Processing in Communication Systems</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptive filters und equalisation • Maximum-likelihood detection • Channel estimation / System identification • Multi - antenna algorithms (smart antennas, beamforming, MIMO-schemes) <p><i>Lecture Architectures of Communication Systems</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Transmitter- and receiver architectures, digital frontends • Digital down- and up- conversion • Multi-rate signal processing • Direct digital synthesis (DDS) • A/D- and D/A- converters in communication systems • Software Defined Radio
Studien- und Prüfungsleistungen	Assessment is done by either a written exam (120 minutes) or an oral examination (20 minutes). The form of examination will be announced at the beginning of the semester.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • course manuscript • slides (Powerpoint, PDF)

	<ul style="list-style-type: none"> • Matlab simulation programs • collection of problems with solutions
Literatur	<p>F. Harris: <i>Multirate Signal Processing for Communication Systems</i>, Prentice-Hall, 2004</p> <p>S. Haykin: <i>Adaptive Filter Theory</i>, Prentice Hall, 2001</p> <p>J. Reed: <i>Software Radios. A modern approach to Radio Engineering</i>, Prentice Hall, 2002</p> <p>J. Mitola: <i>Software Radio Architecture</i>, Wiley, 2001</p> <p>A. Oppenheim, R. Schafer, J. Buck: <i>Discrete-Time Signal Processing</i>, Prentice-Hall, 1999</p> <p>J. Proakis: <i>Digital Communications</i>, McGraw Hill, New York, 5. Ed., 2008</p> <p>K. D. Kammeyer: <i>Nachrichtenübertragung</i>, Teubner, Stuttgart, 5. Aufl. 2011</p> <p>Data Sheets and Application Notes of current integrated circuits for digital communication systems</p>

3.1.3 Optical Data Transmission

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM130I Optical Data Transmission
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM131I Lecture Optical Data Transmission EITM132I Lab Optical Data Transmission
Studiensemester	1st Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Ulrich Grünhaupt
Dozenten	Prof. Dr. Ulrich Grünhaupt
Sprache	English or German; the course language will be announced at the beginning of the semester
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Course, lecture 2h/week, lab 2h/week with groups of 2 students
Modus	Mandatory in the study field Information technology, elective in the other study fields of the program
Turnus	Winter semester
Arbeitsaufwand	On-campus program 60 h, self study 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Communication Theory, Optics, Solid State Physics
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	none
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> The module imparts knowledge of optoelectronics, communications and solid state physics. Optoelectronic components and their relevant features are discussed and based on that the realization of state of the art optical data transmission systems with an analysis of their characteristic problems and potentials follows.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Optical data transmission requires a comprehensive background in communications, signal theory and solid state physics which is provided by corresponding modules of this master's program. However, the module Communication Systems of this master's program is complemented by this module and the practical experience in optical data transmission systems and components which the students gain during their lab projects.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Upon successful completion,</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • the students know the most important components of optical data transmission systems • the students are able to design optical data transmission systems for various fields of application • the students can calculate the theoretical behavior of optical data transmission systems • the students know how to measure all relevant parameters of optical data transmission systems • the students are able to optimize optical communication links regarding optimum performance and cost
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Optical Fiber Basics • Optical Emitters, modulators, detectors and amplifiers (EDFA) • Fiber Optic Measurement Techniques • WDM technology and coherent transmission • Noise, dispersion penalty and bit error rate in optical links • Nonlinearities and impairments in fiber systems
Studien- und Prüfungsleistungen	Assessment is done by either a written exam (90 minutes) or an oral examination (20 minutes). The form of examination will be announced at the beginning of the semester.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • course manuscript • slides (Powerpoint, PDF) • simulation programs • exercises
Literatur	<p>course manuscript</p> <p>Brückner, Volkmar: <i>Elemente optischer Netze: Grundlagen und Praxis der optischen Datenübertragung</i>, Vieweg+Teubner, 2011</p> <p>Reider, G. A.: <i>Photonik</i>, Springer, 2013</p> <p>Keiser, Gerd: <i>Optical Fiber Communications</i>, McGraw Hill, 2010</p> <p>Agrawal, Govind P.: <i>Fiber-Optic Communication Systems</i>, John Wiley, 2010</p> <p>Kaminow, Ivan P.; Li, Tingye; Willner, Alan E.: <i>Optical Fiber Telecommunications V1b: Systems and Networks (Optics and Photonics)</i>, Academic Press, 2013</p>

3.1.4 Information Theory and Coding

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM210I Information Theory and Coding
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM210I Information Theory and Coding
Studiensemester	2nd Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Franz Quint
Dozenten	Prof. Dr. Franz Quint
Sprache	English or German; the course language will be announced at the beginning of the semester
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Course, 4h/week
Modus	Mandatory in the study field Information technology, elective in the other study fields of the program

Turnus	Summer semester
Arbeitsaufwand	On-campus program 60 h, self study 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	System Theory, Linear Algebra
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	none
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> This module provides the information-theoretical foundations of systems for data transmission and storage. The two theorems of Claude Shannon serve as the starting point to a precise mathematical description of information, source and channel coding.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Information theory requires a sound mathematical background. Shannons theorems allow to analyse communication systems from an information-theoretic view point. Thus, this module complements the module Communication Systems of the master's program. The module Information theory however doesn't deal with physical properties of communication channels, but puts emphasis on statistical channel models and uses well-known techniques of digital signal processing, like DFT or Viterbi algorithm on finite fields.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Upon successful completion,</p> <ul style="list-style-type: none"> • the students know the most important source coding procedures • the students know the most widely used channel coding procedures • the students are able to design codes suited for given communication channels • the students are able to implement decoding algorithms • the students are able to analyse communication links from information-theoretical point of view • the students are able to assess the impact of coding on communication links • the students have expanded their mathematical abilities to finite fields
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • information, entropy • source coding: arithmetic code and Huffman-code • discrete channel models • channel capacity, Shannon's theorems, Shannon-Hartley-channel-capacity • bandwidth efficiency, error probability • Galois-fields and extension fields • design, coding and decoding of Reed-Solomon-codes • design, coding and decoding of BCH-codes • analysis coding and decoding of convolutional codes • code concatenation and interleaving • generalized code concatenation and coded modulation
Studien- und Prüfungsleistungen	Assessment is done by either a written exam (90 minutes) or an oral examination (20 minutes). The form of examination will be announced at the beginning of the semester.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • course manuscript • slides (Powerpoint, PDF) • Matlab simulation programs • excersizes

Literatur	<p>M. Bossert: <i>Kanalcodierung</i>, Oldenbourg, München, 2013</p> <p>B. Friedrichs: <i>Kanalcodierung</i>, Springer, 1996</p> <p>W. Ryan, S. Lin: <i>Channel Codes: Classical and modern</i>, Cambridge University Press, 2009</p> <p>R. Blahut: <i>Theory and Practice of Error Control Codes</i>, Addison Wesley, 1983</p> <p>S. Lin, D. Costello: <i>Error Control Coding, Fundamentals and Applications</i>, Prentice-Hall, 1983</p> <p>B. Sklar: <i>Digital Communications, Fundamentals and Applications</i>, Prentice Hall, 2001</p>
-----------	---

3.1.5 Analog-digital systems

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM220I Analog-digital Systems
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM221I Analog-digital Systems EITM222I Test of Digital Systems
Studiensemester	2nd Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Rudolf Koblitz
Dozenten	Prof. Dr. Rudolf Koblitz Prof. Dr. Gerhard Schäfer
Sprache	English or German; the course language will be announced at the beginning of the semester
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Courses, 2h+2h/week
Modus	Mandatory in the study field Information technology, elective in the other study fields of the program
Turnus	Summer semester
Arbeitsaufwand	On-campus program 60 h, self study 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Digital Circuit Design , Electronics , feedback control systems
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	none
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Test of digital circuits: The test of digital systems as an integral part of a design process is presented. It includes basic fault modelling techniques and methods on the design for testability.</p> <p>Analog-Digital-Systems: The focus is the analysis and Design of Phase – Locked Loops (PLL). Special attention will be paid to the aspect of nonlinearity. The wide spread between pure analogue and pure digital PLL's will be discussed.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> The components of a digital system and the according design methods should be well known. It is set as entry requirements.</p> <p>PLL's can be regarded as special applications of servo-loops. Common aspects and main differences will be highlighted.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Upon successful completion the students,</p> <ul style="list-style-type: none"> • know the main features of a PLL • will be able to distinguish the different types of Phase-comparators

	<ul style="list-style-type: none"> • are able to design the system parameter of a PLL • can apply the simulation program to analyse the behavior of a PLL • are able to interpret the results in time-domain as well as in the phase-plane • understand the acquisition behaviour of a PLL • know the effects of fault models • are able to verify the testability of digital circuits (DFT) • know the application of test pattern generation procedures • can apply boundary scan techniques • are able to use standard build in self-test methods
Inhalt	<p><i>Analog-digital Systems</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • basics of PLL • comprehensive view of the different phase-comparators • Representation in the time-domain and in the phase plane • acquisition Behaviour of PLL's • Noise in PLL Systems • Applications of PLL as Frequency-Synthesis, Lock-in-detector, Costas-Loop • Fully digital PLL's • Waveform generation via Direct Digital Synthesis (DDS) <p><i>Test of digital systems</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Testenvironment • Fault models • Fault simulation • Automatic testpattern generation • Build in self test • Scan path techniques • Boundary scan • Test of special structures (e.g. RAM, ROM)
Studien- und Prüfungsleistungen	Assessment is done by either a written exam (90 minutes) or an oral examination (20 minutes) for both lectures. The form of examination will be announced at the beginning of the semester.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • course manuscript • slides (Powerpoint, PDF) • Boundary scan training program • Exercises • Simulation with SPICE embedded in the Lecture (EITM2211)
Literatur	<p>Wojtkowiak, Hans: <i>Test und Testbarkeit digitaler Schaltungen</i>, Teubner Verlag 1988</p> <p>Wunderlich H.J.: <i>Hochintegrierte Schaltungen, Prüfgerechter Entwurf und Test</i>, Springer Verlag 1991</p> <p>Jha N.,Gupta S: <i>Testing of Digital Systems</i>, Cambridge University Press, 2003</p> <p>Parker K.P.: <i>The Boundary Scan Handbook</i>, Kluwer Academic Publisher, 2003</p> <p>Floyd Gardner: <i>Phaselock Techniques</i>, Wiley & Sons, Edition: 3rd ed. (Aug.,</p>

16.2005) ISBN 978-0471430636 Roland Best: <i>Theorie und Anwendung des Phase-locked Loops</i> , AT-Verlag Aarau (Switzerland). 4.Auflage 1987 , ISBN 3-85502-132-5 P.V.Brennan: <i>Phase-Locked Loops: Principles and Practice</i> , McGraw-Hill 1996, ISBN 0-07-007568-9 (First published by MACMILLAN PRESS LTD William C.Lindsey, Marvin K.Simon: <i>Phase-Locked Loops And Their Application</i> , IEEE Press, 1978, John Wiley&sons Wiley Order number: 0-471-04175-0, IEEE International Standard Book-#: 0-87942-101-0
--

3.1.6 RF Systems

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM230I RF-Systems
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM231I RF-Systems EITM232I RF-Instrumentation
Studiensemester	2nd Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Hans Sapotta
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Hans Sapotta
Sprache	English or German; the course language will be announced at the beginning of the semester
Lehrform, SWS und Gruppengröße	EMI231 RF-Systems: Course, 2h/week EMI231 RF-Instrumentation: Course and Laboratory 4h/week
Modus	Mandatory in the study field Information technology, elective in the other study fields of the program
Turnus	Summer semester
Arbeitsaufwand	On-campus program 90 h, self study 120 h
Kreditpunkte	7 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	RF-Technique, Semiconductors
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	none
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> The module provides an overview over todays RF application and measurement problems. It is definitely not the goal to present a paradise of well-functioning equipment in a world of lucky engineers. Instead, real world problems and real world limits are presented. The students are to overcoming limits towards new RF-shores. That is what it takes to develop new equipment in a competitive world.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> The module RF technique in the bachelor course presents the theoretical background within ideal conditions. Noise, fading and intermodulation are effects to be neglected. These subjects are now treated. In addition, students learn how to measure correctly all the effects learned in RF-technique.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Upon successful completion,</p> <ul style="list-style-type: none"> • the students know how modern measurement equipment works • the students can estimate the limits of modern RF measurement equipment • the students are able to operate modern RF measurement equipment even under challenging conditions • the students know how RF waves are propagating under terrestrial conditions

	<ul style="list-style-type: none"> • the students can design modern communication receivers • the students can estimate benefits and malfits of different receiver design architectures
Inhalt	<p><i>Course RF-Systems:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • noise - description, reasons, noise figure, calculation of noise figures, simulation of stationary noise • non-linear small signal theory, 2nd order and 3rd order intercept-point, calculation and simulation of intercept points • principles of receiver design (straight through receiver up to superheterodynamic design, direct conversion receivers) • mixer stages. Ideal and non-ideal behaviour of mixers, intermodulation in mixer stages, noise conversion • propagation of radio waves (athmospheric noise, cosmic noise, ionospheric reflection, multipath and fading effects) <p><i>Course RF-Instrumentation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • use of oszilloscopes in the field of RF • spectrum analyzer (what is inside, how it works and how it is to operate) • RF-signal generators (what is inside, how it works and how it is to operate, especially in terms of phase noise) • network-analyzer (what is inside, how it works and how it is to operate, especially in terms of the calibration process) • measurement of noise figures <p><i>Laboratory RF-Instrumentation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • CAD in the field of RF (simulation of real transfer functions, noise figures and intercept-points) • FM-receiver (single signal characteristic, blocking behaviour, intermodulation behaviour, adjacent channel rejection, image rejection) • network analyzer • mixer stages (Gilbert Cell mixer, Diode Mixer and a new type of mixer, called "Kafemix", is compared in terms of gain, LO-rejection, intermodulation behaviour) • LC-Oscillator (students have to select an oscillator circuit, compute the oscillation conditions, simulate the oscillation and finally build it up and align it)
Studien- und Prüfungsleistungen	Assessment is done by a written exam including exercises at the measurement equipment (120 minutes) and an oral examination (20 minutes).
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • course manuscript • slides (Powerpoint, PDF) • excersizes
Literatur	<p>N.N.: <i>Spectrum Analysis Basics</i>, Agilent Application Note 150, August 2006</p> <p>N.N.: <i>Making Spectrum Measurements with Rohde & Schwarz Network Analyzers</i>, Rohde&Schwarz Application Note, January 2012</p> <p>Christoph Rauscher: <i>Grundlagen der Spektrumanalyse</i>, Rohde & Schwarz GmbH, München, 2. Auflage, 2004</p> <p>Robert A. White: <i>Spectrum and Network Measurements</i>, Prentice Hall, Englewood Hills, New Jersey, 1991, ISBN 0-13-826959-0</p> <p>Ovidiu Stan: <i>High Power RF Instrumentation Techniques: Design Considerations for High Accuracy</i>, High Power RF Instrumentation, Vdm Verlag Dr. Müller, 2008. ISBN 383647414X</p> <p>Greiner, Günther: <i>Funktechnik</i>. Fachverlag Schiele und Schön, Berlin, 1990, ISBN 3-7949-0519-9B</p>

Schieck, Burkhard: *Grundlagen der Hochfrequenz-Messtechnik*, Springer-Verlag, 1999, ISBN 3540649301

M. Thumm, W. Wiesbeck, S. Kern: *Hochfrequenz-Messtechnik*, Teubner-Verlag, ISBN 3519163608

Gerdson, Peter: *Hochfrequenz-Messtechnik*, Teubner-Verlag 351900092X

Voges, E.: *Hochfrequenztechnik, Bd. 1.*, Hüthig-Verlag, Heidelberg, 1986, ISBN 3-7785-1269-2

Pietsch, Hans-Joachim: *Kurzwellen-Amateurfunktechnik*, Franzis-Verlag 1979. ISBN 3-7723-6591-4

3.2 Studienrichtung Automatisierungstechnik

3.2.1 Advanced Control

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM110A Advanced Control
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM110A Advanced Control
Studiensemester	1st Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Urban Brunner
Dozenten	Prof. Dr. Urban Brunner
Sprache	English or German; the course language will be announced at the beginning of the semester
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Course, 4h/week
Modus	Mandatory in the study field Automation, elective in the other study fields of the program
Turnus	Winter semester
Arbeitsaufwand	On-campus program 60 h, self study 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Classical Control Theory, Digital Signal Processing
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	none
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> The module provides an advanced education in control systems engineering, emphasising modern theoretical developments and their practical application. The course gives a sound fundamental understanding of feedback systems and enables students to apply modern control principles in various areas of industry.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Most of the design methods in classical control theory rely heavily on trial-and-error. In contrast, modern control design methods lead to a unique solution to a given design problem. The course introduces modern control design methods ranging from linear optimal control to non-linear and supervisory control emphasizing a general view and sound understanding rather than algorithmic details. These skills will benefit the students throughout their career.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Upon successful completion of this course, the students</p> <ul style="list-style-type: none"> • understand the limits in classical control and are able to combine classical control concepts with modern control theory • are able to analyze and design digital control systems • know the theory of modern state space methods and are able to apply them to real processes • are able to cope with complexity of distributed large systems • have expanded their abilities of abstraction and modeling real processes
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamental limits of feedback systems: Sensitivity and complementary sensitivity, Bode's integral formula, waterbed-effect • Robustness analysis of plants with bounded uncertainties • Extensions of standard PID control loops: Two-degree-of-freedom

	<p>controllers, notch filter in the feedback loop, gain scheduling, auto-tuning of PID-Controllers</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modeling for control: Principles of modeling continuous systems, state space representation of (linear) MIMO-systems, canonical normal forms, and equivalence transformations • Digital control: Sampling and reconstruction of signals, continuous-to-discrete conversion methods, esp. BLT with prewarping, digital redesign of continuous controllers • Modern control theory: Controllability, observability, Kalman decomposition, pole assignment, state-feedback with integral action, Luenberger observer, LQR/LQG • Selected topics in nonlinear control: zero dynamics, exact feedback linearization, flatness-based process-inversion • Control of large distributed systems: Balanced realization, Model reduction, design of reduced order controllers, decentralized control, modeling of event-driven systems and supervisory control, modeling and simulation of hybrid systems
Studien- und Prüfungsleistungen	Assessment is done by either a written exam (90 minutes) or an oral examination (20 minutes). The form of examination will be announced at the beginning of the semester.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • slides (Powerpoint, PDF) • additional handouts (scientific articles, selected papers) • Matlab simulation programs • exercises, and detailed homework • demonstrations / applications in Process Control Lab
Literatur	<p>A. Braun: <i>Grundlagen der Regelungstechnik: Kontinuierliche und diskrete Systeme</i>, Fachbuchverlag Leipzig, 2005</p> <p>B.C. Kuo: <i>Automatic Control Systems</i>, Prentice Hall, New Jersey, ISBN 0-13-054842-1, 1987</p> <p>H. Unbehauen: <i>Regelungstechnik II</i>, Vieweg, 6. Aufl., 1993</p> <p>H. Unbehauen: <i>Regelungstechnik III</i>, Vieweg, 5. Aufl., 1995</p> <p>W. Büttner: <i>Digitale Regelungssysteme</i>, Vieweg, 1994</p> <p>J. Lunze: <i>Automatisierungstechnik</i>, Oldenbourg, 2003</p> <p>Slotine and Li: <i>Applied Nonlinear Control</i>, Prentice Hall, New Jersey, ISBN 0-13-040890-5, 1991</p> <p>Hoffmann und Brunner: <i>MATLAB & Tools für die Simulation dynamischer Systeme</i>, Addison-Wesley, München, 2002</p> <p>U. Brunner: <i>Einführung in die Modellbildung und Simulation ereignis-getriebener Systeme mit Stateflow</i>, Grin-Verlag, (v129403), 2010</p>

3.2.2 Switched Mode Power Supplies

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM120A Switched Mode Power Supplies
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM120A Switched Mode Power Supplies
Studiensemester	1st Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Alfons Kloenne
Dozenten	Prof. Dr. Alfons Kloenne

Sprache	English or German; the course language will be announced at the beginning of the semester
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Course, 4h/week
Modus	Mandatory in the study field automation technology, elective in the other study fields of the program
Turnus	Winter semester
Arbeitsaufwand	On-campus program 60 h, self study 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Electronics, Power Electronics, Control Engineering
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	none
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> The module provides a theoretical understanding of DC-DC converter principles, their application and design. It takes into consideration not only typical steady state continuous conduction mode (CCM), but also the partial load operating point in discontinuous conduction mode (DCM).</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Switched Mode Power Supplies focusses on calculation and design of power supplies. Starting from basic, not galvanically isolated, DC-DC converters and lossless switching the theory behind power supplies is presented. Thereafter, the main principles are transferred to more complex galvanically isolated dc/dc power supplies regarding also parasitic effects. As a typical DC-DC converter normally uses a wide-range input, it is also point of interest to determine the maximum point of converter stress during a particular design step.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Upon successful completion the student,</p> <ul style="list-style-type: none"> • understand the functionality and the components of switching power supplies • has an overview of non-isolated and isolated power supplies • is able to design and calculate switching power supplies in DCM and CCM • can efficiently design power inductors and high-frequency magnetics for switching power supplies • can apply control strategies to stabilize the output voltage
Inhalt	<p>Contents of lecture</p> <ul style="list-style-type: none"> • Principles of Switching Power Conversion • Role of Power Supply within power system • Fundamentals of Pulsewidth Modulated Switching Power Supplies • Basic Switching Circuits in CCM and DCM (Charge Pumps, Buck Converter, Boost Converter, Inverting Boost Converter, Buck-Boost Converter, Transformer Isolated Converters) • Transformer-Isolated Circuits in CCM and DCM (Feedback Mechanism, Flyback Circuit, Forward Converter, Push-Pull Circuits, Half Bridge Circuits, Full Bridge Circuits) • Quasi Resonant Converters • Magnetic Components • Power Stage Transfer Function • Compensation in Switching Regulator Design • Voltage and Current Control
Studien- und Prüfungsleistungen	Assessment is done by either a written exam (90 minutes) or an oral examination (20 minutes). The form of examination will be announced at the beginning of the semester.

Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Lecture notes • Course manuscript • Slides (Powerpoint, PDF) • Matlab simulation programs • Exercises
Literatur	<p>Pressman, A; Billings, K.; Morey, T: <i>Switching Power Supply Design</i>, Verlag McGraw-Hill, 2009</p> <p>Billings, K.: <i>Switchmode Power Supply Handbook</i>, McGraw-Hill, 1999</p> <p>Maniktala, S.; <i>Switching Power Supplies: A to Z</i>, Verlag Newnes, 2006</p> <p>Erickson, R.W.; Maksimovic, D.: <i>Fundamentals of Power Electronics</i>, Verlag Springer, 2001</p> <p>Mohan N., Undeland, T., Robbins, W.: <i>Power Electronics, Converters, Application and Designs</i>, Wiley Verlag, 2002</p> <p>Sandler, St.: <i>Switchmode Power Supply Simulation</i>, Verlag MCGraw-Hill, 2006</p> <p>Brown, M.: <i>Power Supply Cookbook</i>, Verlag Newnes, 2002</p> <p>Schlienz, U.: <i>Schaltnetzteile und ihre Peripherie: Einsatz, Dimensionierung, EMV</i>, Vieweg Verlag, 2012</p>

3.2.3 Safety and Security in Automation

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik Master
Modulname	EITM130A Safety and Security in Automation
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM131A Safety in Automation EITM132A Security in Automation
Studiensemester	1. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Jürgen Gentner
Dozenten	NN
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesungen, jeweils 2 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	5
Empfohlene Vorkenntnisse	Automatisierungstechnik, Digitale Signalverarbeitung
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Ziel des Moduls ist es, das Verständnis für die "Funktionale Sicherheit" in Anlagen zu wecken und Schutz vor Gefährdung durch inkorrekte Funktionen erreichen sowie die Gefährdungslage in der globalen Datenkommunikation zu vermitteln und Strategien zur Vermeidung von Sicherheitslücken aufzeigen.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Die elektrische Sicherheit, die Eigensicherheit (Schutz vor Explosionen) und die Feuersicherheit sind nicht Gegenstand des Moduls Safety. Ebenso sind die konkreten Implementierungen und Hardware-Komponenten nicht mit eingeschlossen.</p>

	<p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die Studierenden die heutigen Strategien der Sicherheitstechnik sowie die europäischen Maschinen- Niederspannungs-EMV- und ATEX-Richtlinien • haben sich die Studierenden auseinandergesetzt mit dem Regelwerk der EN954-1 und dem daraus resultierenden Risikograph • kennen die Studierenden die neue Norm IEC 61508 • können die Studierenden den Sicherheits-Integritätslevel (SIL) nach IEC 61508 bestimmen • sind die Studierenden in der Lage, für vorgegebene Anlagenstrukturen die Hardware-Fault-Tolerance (HFT) zu berechnen • können die Studierenden die analytischen Methoden der Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) anwenden, um die Safe-Failure-Fraction (SFF) zu ermitteln und die Zuverlässigkeitsparameter zu berechnen • Kennen die Studierenden die Safety-Requirements-Specification für sichere Software-Entwicklung • kennen die Studierenden die heutigen Architekturen und verwendete Kommunikationsprotokolle in der Automatisierungstechnik • haben sich die Studierenden auseinandergesetzt mit der Problematik Sicherheit von Produktionsanlagen und den aktuellen umgesetzten Sicherheitsarchitekturen • sind die Studierenden in der Lage, Schwachstellen in einer Automatisierungsanlage zu bewerten und Maßnahmen für zusätzliche Security zu erarbeiten • lernen die Studierenden verschiedene Verschlüsselungsmethoden kennen und beurteilen • lernen die Studierenden die verschiedenen Netzwerkprotokolle kennen und können deren Einfluss auf Sicherheit bewerten • haben sich die Studierenden mit verschiedenen Firewall- und Hardware-Technologien auseinandergesetzt • kennen die Studierenden verschiedene Methoden zur Absicherung der „Security-Qualität“ in der Entwicklung und im Test
<p>Inhalt</p>	<p><i>Vorlesung Safety:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Begriffsbestimmungen zur Funktionalen Sicherheit • Gesetze und Normen • Sicherheitstechnik mit Relais • Sicherheitsbezogene Steuerungen • Regelwerk nach EN 954-1 • Aufgaben von Berufsgenossenschaften und TÜV • neue Normenlandschaft: IEC 61508 • Risiko und Risikominderung nach SIL • Hardware Fault Tolerance HFT • Fehler-Klassifizierung • Ausfallraten und Quantifizierung • Safe-Failure-Fraction und Diagnostic-Coverage • Sicherheits-Lebenszyklus für Hard- und Software • das Assessment-Prinzip <p><i>Vorlesung Security:</i></p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Netzwerk-Grundlagen in der Automatisierungstechnik • Client/Server-Konzepte • Sicherheitsarchitektur in der Automatisierung • Defense in Depth-Strategie • Physikalische / Organisatorische Security • Netzwerkprotokolle und Firewalls • Sichere Kommunikation über ein unsicheres Netzwerk • Verschlüsselungsmethoden / Cypher Techniken • Qualitäts- und Testkonzepte für Security in der Software-Entwicklung • Stand der Normung, Gremien
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 min) oder in einer mündlichen Prüfung (Dauer 20 min) bewertet. Die Prüfungsart wird rechtzeitig zu Semesterbeginn bekannt gegeben.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Skriptum, Tafelanschrieb • Folien
Literatur	<p>Wrtil, P. Kieviat, M.: <i>Sicherheitstechnik für Komponenten und Systeme</i>, VDE-Verlag 2010</p> <p>Börcsök, J.: <i>Funktionale Sicherheit</i>, VDE-Verlag 2011</p> <p>Ross J. Anderson: <i>Security Engineering</i>, John Wiley&Sons 2011</p> <p>N. Boudriga, M. Hamdi: <i>Security Engineering Techniques and Solutions for Information Systems</i>, Idea Group Reference 2013</p>

3.2.4 Prozessinformatik

Studiengang	Automatisierungstechnik
Modulname	EITM210A Prozessinformatik
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM211A Prozessvisualisierung EITM212A Feldbussysteme
Studiensemester	2. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Jürgen Gentner
Dozenten	Prof. Dr. Jürgen Gentner Prof. Dr. Marianne Katz
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesungen, jeweils 2 SWS
Modus	Pflichtmodul in der Studienrichtung Automatisierungstechnik, Wahlmodul in den anderen Studienrichtungen
Turnus	Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen Automatisierungstechnik; Grundlagen der Elektrotechnik, Digitale Signalverarbeitung, Informatik, Grundlagen Bussysteme
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Ziel dieses Moduls ist es, die Studierenden sowohl mit der Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) als auch mit der Schnittstelle zwischen Prozess- und Automatisierungssystem über Feldbusse vertraut zu

	<p>machen.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Dieses Modul stützt sich auf zwei Schwerpunkte: Im Schwerpunkt "Feldbussysteme" wird basierend auf grundlegenden Kenntnissen der industriellen Kommunikationstechnik die anwendungsorientierte Geräte-System-Integration behandelt. Im Mittelpunkt steht die Gestaltung moderner Feldbus-Geräteschnittstellen, die mit Hilfe geeigneter informationstechnischer Methoden eine Einbindung der Feldgeräte-Funktionalität in übergeordnete Systeme (Prozessvisualisierung, Engineering) ermöglicht. Im Schwerpunkt "Prozessvisualisierung" stehen die Abbildung technischer Prozesse auf grafische Bedien- und Beobachtungs-Oberflächen im Vordergrund. Die Abbildung auf konkrete Automatisierungsrechner und der Entwurf der entsprechenden Programme ist nicht Gegenstand dieses Moduls.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, mit Hilfe moderner Engineering-Systeme Feldgeräte und ihre vorgegebenen Gerätefunktionalitäten in einen physikalisch-technischen Prozess eines Automatisierungssystems abzubilden und über ein geeignetes Feldbussystem zu integrieren. Insbesondere</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen sie moderne Schnittstellensprachen wie z.B. XML und Derivate • verstehen sie die Profilbildung bei Feldgeräten als Methode der Standardisierung • sind sie in der Lage, abstrakte Geräte-Beschreibungen zu interpretieren bzw. selber zu erstellen. • verstehen die Studierenden die Funktionsweise der HMI aus biologischer, physikalischer und kognitionspsychologischer Sicht • kennen die Studierenden die grundlegenden Anforderungen an die HMI aus Normen und der Usability-Forschung • können die Studierenden selbst Grafische Dialogsysteme aufbauen und zur Prozessvisualisierung anwenden
Inhalt	<p><i>Vorlesung Feldbussysteme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen des Engineerings (Planung, Aufbau, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung) an Feldbussysteme • Kommunikationstechnik-Anforderungen in den höheren Schichten und darüber hinaus in der Anwendung • Gerätebeschreibungssprachen, wie z.B. GSDL (General Device Description Language), EDDL (Electronic Device Description Lang.) • Schnittstellen-Technologien wie z.B. XML, FDI • Profilbildung: Allgemeine Profile (Zeitstempel, Datentypen u.a.), Spezielle Profile, z.B. für Diagnose-Systeme, Redundanz u.a. <p><i>Vorlesung Prozessvisualisierung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Normen und Richtlinien • Kognitions-, Handlungs- und Kommunikationsprozesse • Ein- und Ausgabegeräte • Grafische Interaktionselemente • Spezielle Anforderungen aus der Prozessautomatisierung
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 min) oder in einer mündlichen Prüfung (Dauer 20 min) bewertet. Die Prüfungsart wird rechtzeitig zu Semesterbeginn bekannt gegeben.</p>
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Skriptum, Tafelanschrieb, Präsentationen (PowerPoint, PDF) • Sammlung von gelösten Übungsaufgaben • Präsentationen von Beispielen verschiedener Integrations-

	technologien für Feldbus-basierte Automatisierungsgeräte
Literatur	<p>Reißenweber, B.: <i>Feldbussysteme zur industriellen Kommunikation</i>, Deutscher Industrieverlag 2009</p> <p>Scherff, B., Haese, E., Wenzek, H.R.: <i>Feldbussysteme in der Praxis</i>, Springer London, Limited, 2012</p> <p>Simon, R.: <i>Field Device Tool - FDT Spezifikation. Die universelle Feldgeräteintegration</i>, Oldenbourg Verlag 2005</p> <p>Riedl, M., Naumann, F.: <i>EDDL Electronic Device Description Language</i>, Oldenbourg Verlag 2011</p> <p>Namur Richtlinien NE 105 für „Spezifikation zur Integration von Feldbus-Geräten in Engineering-Tools für Feldgeräte“ und NE 107 für „Eigenüberwachung und -diagnose von Feldgeräten“</p> <p>Früh, Maier, Schaudel: <i>Handbuch der Prozessautomatisierung</i>, Oldenbourg, 2009</p> <p>Schuler, Hans: <i>Prozessführung</i>, Oldenbourg, 2000</p> <p>Charwat, H.J.: <i>Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation</i>, Oldenbourg, 1994</p> <p>Banyard, P. et al.: <i>Einführung in die Kognitionspsychologie</i>, Ernst-Reinhardt-Verlag 1995</p> <p>Dahm, M.: <i>Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion</i>, Pearson Studium 2006</p> <p>Norman, Donald: <i>The Design of Everyday Things</i>, MIT Press, 1988</p>

3.2.5 Design for Six Sigma

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM220A Design For Six Sigma
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM220A Design For Six Sigma
Studiensemester	2. Semester Master
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Manfred Strohrmann
Dozenten	Prof. Dr. Manfred Strohrmann
Sprache	Deutsch / Englisch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung, 4 SWS
Modus	Pflichtmodul für Studienrichtung Automatisierungstechnik, Wahlmodul für die anderen Studienrichtungen des Master-Studiengangs Elektrotechnik
Turnus	Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematik aus dem Grundstudium, Statistik-Kenntnisse
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele /	<i>Allgemein:</i> In dem Modul werden Methoden vorgestellt, mit denen Ferti-

Kompetenzen	<p>gungsstreuungen bei der Produktentwicklung berücksichtigt werden können. Die Methoden erlauben eine Prognose der statistischen Verteilung von Spezifikationsmerkmalen des zu entwickelnden Produktes.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Das Modul ist interdisziplinär und damit universell einsetzbar.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Studierenden univariate Aufgabenstellungen lösen, insbesondere Prognose- und Konfidenzintervalle bestimmen sowie Hypothesentests durchführen • können die Studierenden Korrelations- und Varianzanalysen durchführen • sind Studierende in der Lage, multivariate Regressionsfunktionen aufzustellen und zu bewerten • passen die Studierenden die DFSS-Methoden Messsystemanalyse, statistische Prozesskontrolle, statistische Versuchsplanung, statistische Simulation und statistische Tolerierung auf konkrete Fertigungsprozesse an und führen sie erfolgreich durch.
Inhalt	<p><i>Vorlesung Design For Six Sigma:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Univariate Wahrscheinlichkeitstheorie, deskriptiv und induktiv • Multivariate Wahrscheinlichkeitstheorie, deskriptiv und induktiv • Korrelationsanalyse • Varianzanalyse • Regressionsanalyse • Mess-System-Analyse • Statistische Prozesskontrolle • Statistische Versuchsplanung • Statistische Simulation • Statistische Tolerierung
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 90 min) oder in einer mündlichen Prüfung (Dauer 20 min) bewertet. Die Prüfungsart wird rechtzeitig zu Semesterbeginn bekannt gegeben.</p>
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Tafelanschrieb • Skriptum • Präsentationen in Power-Point • Simulationsprogramme • Sammlung von gelösten Übungsaufgaben und alten Klausuren mit Musterlösungen
Literatur	<p>Strohmann, Manfred: <i>Design For Six Sigma</i>, Hanser Fachbuchverlag, München 2009</p> <p>Kreyszig, Erwin: <i>Statistische Methoden und ihre Anwendungen</i>, 4., unveränderter Nachdruck der 7. Auflage Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 1991</p> <p>Ross, M. Sheldon: <i>Statistik für Ingenieure und Naturwissenschaftler</i>, 3. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, München, 2006</p> <p>Hartung, Joachim; Elpelt, Bärbel: <i>Multivariate Statistik</i>, 7., unveränderte Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München / Wien</p> <p>Schulze, Alfred: <i>Eignungsnachweis von Prüfprozessen</i>, Hanser Fachbuchverlag, München 2007</p> <p>Kleppmann, Wilhelm: <i>Taschenbuch Versuchsplanung</i>,</p>

	Hanser Fachbuchverlag, München 2009 Klein, Bernd: <i>Statistische Tolerierung</i> , Hanser Fachbuchverlag, München 2002
--	---

3.2.6 Betriebsleittechnik

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik Master
Modulname	EITM230A Betriebsleittechnik
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM231A Integrierte Produktionsautomatisierung EITM232A Produktionsplanung und -steuerung
Studiensemester	2. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Jürgen Gentner
Dozenten	NN
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesungen, jeweils 2 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium 150 h
Kreditpunkte	7
Empfohlene Vorkenntnisse	gute Kenntnisse der Automatisierungstechnik
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Ziel des Moduls ist die Erweiterung von automatisierungstechnischen Kenntnissen in Richtung vertikaler und horizontaler Integrationsprozesse der Produktionsautomatisierung.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Im Unterschied zu klassischen Modulen der Automatisierungstechnik steht hier die ganzheitliche Sicht auf Produktions- und Geschäftsprozesse im Informationsverbund eines Unternehmens im Vordergrund.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen die Studierenden die Begrifflichkeiten und die Anforderungen des derzeit ablaufenden Paradigmenwechsels in der Produktionsautomatisierung • sind die Studenten in der Lage, Informationsflüsse einer Anlage mit neuesten Kommunikations-Technologien zu konzipieren und auch praktisch zu realisieren • kennen die Studierenden grundlegende Funktionen eines Enterprise-Resource-Planning-Systems • können die Studierenden Methoden und Hilfsmittel für vorbeugende Wartung (Asset-Management) anwenden • sind die Studierenden in der Lage, Produktionsplanungswerkzeuge einzusetzen
Inhalt	<p><i>Vorlesung Integrierte Produktionsautomatisierung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Terminologie nach IEC 62264 • Integrationstechnologien: OPC, DCOM, ActiveX, XML/XLST, WebServices

	<ul style="list-style-type: none"> • Schnittstellen und Integration von Prozessleitsystemen und Fertigungsleitsystemen • Komponentenorientierte Fertigungsleitsysteme • Agentenorientierte Fertigungsleitsysteme <p><i>Vorlesung Produktionsplanung und -steuerung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Produktionsplanung und Asset-Management • Warteschlangentheorie, Scheduling • Modellierung und Steuerung von Chargenprozessen • Rezeptfahrweisen • Materialfluss-Steuerung • Simulation und Optimierung des Produktionsbetriebes • Produktionsrelevante Aspekte hinsichtlich Nachhaltigkeit und Qualitätssicherung
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 min) oder in einer mündlichen Prüfung (Dauer 20 min) bewertet. Die Prüfungsart wird rechtzeitig zu Semesterbeginn bekannt gegeben.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Tafelanschrieb • Beamer-Präsentation • Hand-outs
Literatur	Früh, Maier, Schaudel: <i>Handbuch der Prozessautomatisierung</i> , Oldenbourg, 2009 Schuler, Hans: <i>Prozessführung</i> , Oldenbourg, 2000

3.3 Studienrichtung Energietechnik und Erneuerbare Energien

3.3.1 Elektrische Antriebe

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM110E Elektrische Antriebe
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM110E Elektrische Antriebe
Studiensemester	1. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Thomas Köller
Dozenten	Prof. Dr. Thomas Köller
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung, 6 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 90 h, Eigenstudium 120 h
Kreditpunkte	7 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Elektrische Maschinen, Leistungselektronik, Regelungstechnik
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Ziel des Moduls ist die Wissensvermittlung in den Bereichen Projektierung elektrischer Antriebe und Regelung elektrischer Antriebe.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Nachdem in Bachelorstudiengängen das stationäre Verhalten der elektrischen Maschinen im Vordergrund steht, wird im Rahmen dieser Vorlesung der Schwerpunkt auf das dynamische Verhalten elektrischer Maschinen gelegt. Darüber hinaus wird die Maschine im geschlossenen Regelkreis betrachtet. Nachdem die Gebiete Technische Mechanik, Regelungstechnik und Elektrische Maschinen als Einzelgebiete bereits in Bachelorstudiengängen behandelt wurden, schafft die hier zu beschreibende Vorlesung einen interdisziplinären Brückenschlag dieser drei Gebiete im Bereich der elektrischen Antriebstechnik.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind die Studierenden in der Lage Antriebssysteme zu projektieren • können die Studierenden Gebersysteme für Ihre Applikation auswählen und kennen die Stärken und Schwächen des gewählten Systems • sind die Studierenden in der Lage regelungstechnische Verfahren im Bereich der Antriebstechnik anzuwenden und weiterzuentwickeln • können die Studierenden Frequenzumrichter für die Antriebstechnik parametrieren • kennen die Studierenden Detailprobleme des Stromregelkreises hinsichtlich der Abtastung • entwickeln die Studierenden Lösungen zu den Detailproblemen des Drehzahlregelkreises
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Bahnplanung

	<ul style="list-style-type: none"> • Getriebe • Erwärmung und Kühlung • Projektierung von Antriebssystemen • Reglerauslegung mit dem Schwerpunkt „Elektrische Antriebe“ (Symmetrisches Optimum, Betragsoptimum) • Relevante Regelkreisstrukturen für die Antriebstechnik • Dynamisches Verhalten der Gleichstrommaschine • Regelung von Drehfeldantrieben mit dem Schwerpunkt „permanentmagneterregte Synchronmaschine“ • Vertiefung Raumzeigertheorie / Symmetrische Komponenten • Dynamisches Verhalten der Synchronmaschine • Feldorientierte Regelung • Raumzeigermodulation • Systeme zur Lageerfassung (Resolver, Encoder) • Regelung bei elastischer Kopplung zur Arbeitsmaschine • Geberlose Regelung • Detailprobleme bei der Strom- und Drehzahlregelung • Feldorientierte Regelung der Asynchronmaschine
Studien- und Prüfungsleistungen	Die Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 min) oder in einer mündlichen Prüfung (20 min) bewertet. Die Prüfungsart (schriftlich oder mündlich) wird zu Beginn der Veranstaltung angekündigt.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Skriptum • Tafelanschrieb • Folien • Simulationen • Sammlung von gelösten Übungsaufgaben
Literatur	Schröder, Dierk: <i>Elektrische Antriebe – Regelung von Antriebssystemen</i> , Springer Verlag

3.3.2 Hochspannungsprüftechnik und EMV

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modul	EITM120E Hochspannungsprüftechnik und EMV
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM121E Hochspannungsprüftechnik EITM122E EMV-Prüftechnik EITM123E Labor Hochspannungsprüftechnik
Studiensemester	1. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. G. Langhammer
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. G. Langhammer
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung EMV-Prüftechnik, 2 SWS Vorlesung Hochspannungs-(HS) Prüftechnik, 2 SWS Labor HS-Prüftechnik, 2 SWS
Modus	Pflichtmodul in der Studienrichtung Energietechnik und Erneuerbare Energien, Wahlmodul in den anderen Studienrichtungen
Turnus	Wintersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 90 h, Eigenstudium 150 h
Kreditpunkte	8 CP
Empfohlene Vorkennt-	Abgeschlossenes Bachelorstudium mit elektrotechnischen Grundkenntnis-

nisse	sen und Grundlagenkenntnisse der Elektromagnetischen Verträglichkeit sowie der Hochspannungstechnik, der Elektronik und Feldtheorie.
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Ziel des Moduls ist die Vermittlung spezieller Kenntnisse der Prüftechnik hochspannungstechnischer Komponenten und normgerechter Prüfverfahren auf dem Gebiet der Elektromagnetischen Verträglichkeit.</p> <p><i>Zusammenhänge/Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Das Modul vertieft die allgemeinen Kenntnisse der Studierenden in den Bereichen EMV und Hochspannungstechnik. Insofern werden Grundkenntnisse in diesen Bereichen vorausgesetzt.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die Studierenden die gesetzlichen und verfahrenstechnischen Vorgehensweisen zur Vergabe des CE-Kennzeichens • sind sie in der Lage häufig vorkommende Prüfverfahren normenkonform durchzuführen • können Beanspruchungen hochspannungstechnischer Betriebsmittel detailliert begutachtet und bewertet werden • kennen die Studierenden die technischen Prüfverfahren für Hochspannungsanlagen • können sie Hochspannungsprüfungen gemäß der Norm durchführen
Inhalt	<p><i>Vorlesung EMV-Prüftechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • EMV-Normen • EMV-Gesetze • Grundlagen der EMV-Meßtechnik • Grundlagen der Störemissionsmesstechnik bei geleiteten und gestrahlten Störungen • Grundlagen der Störfestigkeitsmesstechnik bei geleiteten und gestrahlten Störungen <p><i>Vorlesung Hochspannungsprüftechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausgewählte Arten der Spannungsbeanspruchung von elektrischen Betriebsmitteln in Stromversorgungsnetzen • Normen der Hochspannungsprüftechnik • Erzeugung hoher Wechsel-, Gleich- und Impulsspannungen • Messung hoher Wechsel-, Gleich- und Impulsspannungen • Ausgewählte diagnostische Prüfverfahren (z. B. Thermographie, chemische Transformatoruntersuchungen, Teilentladungsmesstechnik, C-tan δ-Messung) <p><i>Praktikum Hochspannungsprüftechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchschlagsfestigkeit fester und flüssiger Isolierstoffe • Dielektrische Messungen an festen und flüssigen Isolierstoffen • Messung von Teilentladungen • Impulsspannungsmesstechnik
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur von 90 Minuten Dauer oder in einer mündlichen Prüfung (Dauer 20 Minuten) bewertet.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Tafelanschrieb • Folien/Beamer • Laborversuche • Exponate
Literatur	<p><i>Vorlesung EMV-Prüftechnik:</i></p> <p>A.J. Schwab: <i>Elektromagnetische Verträglichkeit</i>, Springer Verlag; Berlin</p>

	<p>Heidelberg New York, 1994; 3. Auflage K.H. Gonschorek, H. Singer: <i>Elektro-Magnetische Verträglichkeit</i>, B.G. Teubner Stuttgart, 1992 VDE-Normen</p> <p><i>Vorlesung HS-Prüftechnik und Labor:</i> Küchler, A.: <i>Hochspannungstechnik</i>, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 2005; 2. Auflage VDE-Normen</p>
--	---

3.3.3 Verteilte Energiesysteme

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM130E Verteilte Energiesysteme
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM131E Vorlesung Verteilte Energiesysteme EITM132E Vorlesung Windenergiesysteme
Studiensemester	1. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Hermann R. Fehrenbach
Dozenten	Prof. Dr. Hermann R. Fehrenbach
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung, 4 SWS
Modus	Pflichtmodul in der Studienrichtung Energietechnik und Erneuerbare Energien, Wahlmodul in den anderen Studienrichtungen
Turnus	Wintersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium Vorlesung 60 h, Eigenstudium Labor 30 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Einführung in die Thermodynamik, Grundlagen der Energieversorgung
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Ziel des Moduls ist das Verständnis für zwei tragende Säulen unserer künftigen Energieversorgung mit elektrischer und thermischer Energie zu schaffen, die Kraft-Wärmekopplung und die Windenergiesysteme sowie deren Einbindung ins elektrische Netz. Künftig wird die Kraft-Wärme-Kopplung eine zentrale Rolle in der Energieversorgung einnehmen. Sie verfügt über die erforderliche Regelbarkeit, die fluktuierende Einspeisungen, wie es die Erneuerbaren Energien mit sich bringen, zur Folge haben.</p> <p>Die Windenergie spielt momentan bei den Erneuerbaren Energien eine dominierende Rolle. Windkraftanlagen sind komplexe Anlagen, zu deren Verständnis auch strömungsmechanische und aerodynamische Grundlagen vermittelt werden müssen. Ein weiterer Schwerpunkt sind die elektrotechnischen Komponenten, Generatoren, Steuerung und Regelung, Anlagenüberwachung sowie die Einbindung von Einzelanlagen oder Windparks ins Verbundnetz. Ferner spielen akustische und visuelle Beeinträchtigungen des Menschen durch Windkraftanlagen eine wichtige Rolle.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • kennen die Studierenden die Struktur und die Funktionsweise künftiger Energieversorgungssysteme • kennen Studierende die Verfahren und Komponenten, die in verteilten Energiesystemen zur Anwendung kommen • können die Studierenden Standorte für Windkraftanlagen anhand von Windmessdaten beurteilen • können die Studierenden Leistungsangaben von Windkraftanlagen beurteilen • kennen die Studierenden die wichtigsten Algorithmen, die in Condition-Monitoring-Systemen von Windkraftanlagen zur Anwendung kommen • kennen die Studierenden die verschiedenen Steuerungs- und Regelungsverfahren von Windkraftanlagen und können ihre Wirkung auf den Verschleiß sowie die unterschiedliche Einbindung ins elektrische Netz benennen
<p>Inhalt</p>	<p>Vorlesung: Verteilte Energiesysteme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Warum verteilte Energiesysteme? • Grundlagen der Thermodynamik zum Verständnis der Verbrennungskraftmaschine • Otto-, Diesel- und Stirlingmotoren • Motorsteuerungskonzepte • Abgasreinigungskonzepte • Brennstoffzellen • KWK, BHKW • Virtuelle Kraftwerke • Konventionelle und nicht konventionelle Energiespeicher • Smart Grids, Demand Side Management (Laststeuerung) • Wasserstoffwirtschaft, Methanisierung • Netzüberwachung, Netzstabilisierung (ENS) • Inselsysteme und Regenerative Kombikraftwerke <p>Vorlesung: Windenergiesysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung der Windenergie • Geschichte der Windenergie: Ursprünge der Windenergienutzung, erste neuzeitliche Entwicklungen, Entwicklungen infolge der "Energiekrise", Windenergie in Dänemark, Entwicklung weltweit, Vertikalachsenkonverter (VAWTs) • Moment und Leistung an der Turbine: Energie der Luftströmung nutzbare Windleistung, Wirkungsgrad der nicht idealen Windturbine, Tragflügeltheorie • Physikalische Grundlagen: Kräfte am Flugzeugflügel, Profilform, Gleitzahl eines Profils, Reynolds-Zahl, Schnelllaufzahl • Windenergiewandler: Auftriebsprinzip, Widerstandsprinzip • Konstruktiver Aufbau / -Mechanik: Luv- und Leeläufer, Windrichtungsnachführung, Turm, Fundament, Rotorblätter, Leistungsbegrenzung, Triebstrang • Elektrische Ausrüstung: Drehstromgenerator, Synchrongenerator, Doppeltgespeister Asynchrongenerator, permanenterregte Synchrongeneratoren • Konzepte: das dänische Konzept, Asynchrongenerator mit Schlupfregelung, Drehzahlvariabel mit doppelt gespeistem

	<p>Asynchrongenerator, drehzahlvariable Anlage mit Synchrongenerator, Vergleich Generatorkonzepte, Kosten der elektrischen Ausrüstung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Steuerung und Regelung: Leistungs- und Drehzahlregelung, Netzparallelbetrieb, Inselbetrieb, Betriebsführung, Condition Monitoring • Netzanbindung Windparks • Entstehung des Windes: Globale und lokale Windverhältnisse • Ertragsabschätzung: Windmesstechnik, Windgeschwindigkeitsverteilung, Rauigkeit und Höhenprofil, Windturbulenzen und Böen • Offshore: Konzeption, Vor- / Nachteile, Aktuelle Entwicklung • Umweltaspekte: Geräuschentwicklung, Schallausbreitung, Geräuschmesstechnik • Visuelle Beeinträchtigung (Schattenwurf), Beeinträchtigung der Landschaft, Rückbau • Wirtschaftlichkeitsbetrachtung: Kostenaufteilung, Stromerzeugungskosten, Einspeisevergütung nach EEG
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 min) bewertet.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Präsentationsfolien im PDF • Tafelanschrieb • Sammlung von Übungsaufgaben • zu beiden Vorlesungen ist jeweils eine Exkursion vorgesehen
Literatur	<p>Schmitz, K. W., Schaumann G. (Hrsg): <i>Kraft-Wärme-Kopplung</i>, 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005</p> <p>Zahoransky R. A.: <i>Energietechnik</i>, 3. Auflage, Vieweg-Verlag, Wiesbaden, 2007</p> <p>Karl J.: <i>Dezentrale Energiesysteme</i>, Oldenburg-Verlag, 2004</p> <p>ASUE: <i>Kraft-Wärme-Kopplung</i>, Schriftenreihe, Vulkan-Verlag, 1995</p> <p>Thomas B.: <i>Miniblockheizkraftwerke</i>, 1. Auflage, Vogel-Buchverlag, 2007</p> <p>Fricke J., Borst W.: <i>Energie - Ein Lehrbuch der physikalischen Grundlagen</i>, Oldenbourg-Verlag, München 1980</p> <p>Hau, E.: <i>Windkraftanlagen</i>, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2008</p> <p>Gasch R., Twele J. (Hrsg.): <i>Windkraftanlagen</i>, Vieweg+Teubner-Verlag, Wiesbaden, 2011</p> <p>Heier, S.: <i>Windkraftanlage</i>, 5. Auflage, Vieweg-Teubner-Verlag, Wiesbaden, 2009</p> <p>Blaabjerg, F., Chen Z.: <i>Power Electronics for Modern Wind Turbines</i>, Morgan & Claypool Publishers, 1. Auflage, 2006</p> <p>Manwell J.F., McGowan J.G., Rogers A.L.: <i>Wind Energy Explained</i>, 2. Auflage, John Wiley and Sons, 2010</p> <p>Mathew S.: <i>Wind Energy</i>, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2006</p> <p>Jain P.: <i>Wind Energy Engineering</i>, Mc Graw Hill, 2011</p> <p>Molly J.P.: <i>Windenergy</i>, Verlag C.F. Müller, 2. Auflage 1990</p>

3.3.4 Netzbetrieb und Schaltgeräte

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modul	EITM210E Netzbetrieb und Schaltgeräte
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM211E Netzbetrieb EITM212E Schaltgeräte und Schaltanlagen
Studiensemester	2. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Thomas Ahndorf
Dozenten	Prof. Dr.-Ing Thomas Ahndorf
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung Netzbetrieb, 2 SWS Vorlesung Schaltgeräte und Schaltanlagen, 2 SWS
Modus	Pflichtmodul in der Studienrichtung Energietechnik und Erneuerbare Energien, Wahlmodul in den anderen Studienrichtungen
Turnus	Sommersemester
Stud. Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium 90 h
Credits	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Abgeschlossenes Bachelorstudium mit elektrotechnischen Grundkenntnissen und Grundlagenkenntnisse der Elektrischen Energieversorgung sowie der Hochspannungstechnik
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Ziel des Moduls ist die Vermittlung spezieller Kenntnisse im Bereich des Aufbaus, der Funktions- und Betriebsweise von Schaltgeräten und –anlagen der elektrischen Energieversorgung.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Die Vorlesungen „Netzbetrieb“ und „Schaltgeräte und Schaltanlagen“ ergänzen die Kenntnisse der Studierenden im Bereich Elektrische Energieversorgung, Hochspannungstechnik und Planung und Betrieb elektrischer Netze.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die Studierenden den Aufbau und das Betriebsverhalten von Verbund- und Inselnetzen • können Studierende auf der Basis der technisch relevanten Netzeigenschaften die Netze qualifiziert beurteilen • sind sie befähigt, Stromversorgungsnetze (Verbund- und Inselnetze) zu planen, umzubauen und auszubauen • kennen die Studierenden die wichtigsten traditionellen und neuen Betriebsmittel der Schaltanlagentechnik (Schaltgeräte, Schaltanlagentechniken, Schutztechniken, etc.) • können die Studierenden das betriebliche Monitoring von Schaltanlagen durchführen • haben sie die Fähigkeit, Schaltanlagen qualifiziert zu planen • haben sie die Kompetenz, standardisierte Dokumentationen zu erstellen
Inhalt	<p><i>Vorlesung Netzbetrieb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Digitale Lastfluss- und Kurzschlussstromberechnung • Aufbau und Betrieb von Verbund- und Inselnetzen • Dynamische Netzeigenschaften und Netzstabilität • Netz- und Kraftwerksregelung • Kraftwerkseinsatz • Betriebsmittel zur Leistungsflussbeeinflussung

	<ul style="list-style-type: none"> • Rundsteueranlagen • SCADA-Systeme • Regeln und Vereinbarungen für den Netzverbund <p><i>Vorlesung</i> Schaltgeräte und Schaltanlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau von Schaltanlagen im Nieder- Mittel- und Hochspannungsbereich • Anbindung von Off-shore-Windparks • Anlagen zur Kopplung asynchroner Netze • Anlagen- und Komponentenmonitoring • Anlagenschutztechnik • Anlagenplanung (Stromlaufpläne, Klemmenpläne, etc.)
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur von 120 Minuten Dauer bewertet.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Tafelanschrieb • Folien / Beamer • Exponate • Übungen, Beispiele
Literatur	<p>Oeding, D., Oswald, B.R.: <i>Elektrische Kraftwerke und Netze</i>, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2004; 6. Auflage</p> <p>Heuck, K., et al.: <i>Elektrische Energieversorgung</i>, Vieweg Verlag, 2007, 7. Auflage</p> <p>Hubensteiner, H., et al.: <i>Schutztechnik in elektrischen Netzen</i>, Planung und Betrieb, vde-verlag, 1993</p> <p>Hubensteiner, H., et al.: <i>Schutztechnik in elektrischen Netzen, Grundlagen und Ausführungsbeispiele</i>, vde-verlag, 1993</p> <p>Küchler, A.: <i>Hochspannungstechnik</i>, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2005, 2. Auflage</p>

3.3.5 Solare Energienutzung

Studiengang	Elektrotechnik- und Informationstechnik
Modulname	EITM220E Solare Energienutzung
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM220E Solare Energienutzung
Studiensemester	2. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Alfons Klönne
Dozenten	N.N.
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung, 4 SWS
Modus	Pflichtmodul für Studienrichtung Energietechnik und Erneuerbare Energien, Wahlmodul in den anderen Studienrichtungen
Turnus	Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium Vorlesung 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Physik, Elektronik, Höhere Mathematik
Voraussetzung nach	keine

Prüfungsordnung	
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, energietechnische Anlagen unter Nutzung der Photovoltaik oder Solarthermie zu planen und zu entwickeln. Das umfasst ein vertieftes Verständnis für den Materialaufbau von Solarzellen, den Halbleiterphysikalischen Vorgängen in den Zelltypen und die Aspekte der Materialherstellung. Großtechnische Anlagen für die elektrische Energieversorgung oder solare Wärmeenergieerzeugung können ausgelegt werden.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Dieses Modul beschreibt explizit die solare Energienutzung bis hin zu Aspekten der Halbleiterphysik bzw. den thermodynamischen Vorgängen.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen Studierende die Materialanforderungen an kristallinen Solarzellen, deren Herstellprozess und die physikalischen Halbleitereffekte innerhalb der Zelle • haben Studierende den Aufbau und Herstellung von Dünnschichtzellen kennen gelernt und die physikalischen Halbleitereffekte innerhalb der Zelle • können Studierende Alterungsmechanismen von Solarmodulen beurteilen und Testverfahren angeben • können Studierende prinzipielle, maximale und reale Wirkungsgrade von Solarzellen unterscheiden und diskutieren • sind Studierende in der Lage großtechnische Photovoltaikanlagen für die elektrische Energieversorgung zu projektieren • können Studierende hydraulische Netze und Heizungskreise projekttechnisch beschreiben • können Studierende die solarthermische Energienutzung für die Wärmebedarfsversorgung von Gebäuden einbeziehen und rechnerisch auslegen • kennen Studierende die Messtechniken und Verfahren der Gebäudeautomation, um die Solarthermie großtechnisch zu nutzen • können Studierende Wirtschaftlichkeitsberechnungen erstellen und haben die Kompetenz diese auch für angrenzende Fachgebiete zu übertragen
Inhalt	<p><i>Vorlesung Solare Energienutzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Konzepte der kristallinen Solarzelle • Konzepte der Dünnschicht-Solarzelle • Konzentratorzellen • Solarzellen-Messtechnik • Herstellung von Silizium-Solarzellen • Herstellung von Dünnschicht Solarzellen • Ausgewählte Kapitel der Photovoltaik • Degradationseffekte • Projektierung großtechnischer Photovoltaikanlagen • Absorberkonzepte der Solarthermie • Hydraulikkreisläufe • Wärme- und Kältespeicher • Automatisierung und Regelung der Heizkreisläufe
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 90 min) oder mündlichen Prüfung (20 min) bewertet. Der Modus wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben.</p>

Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Skriptum • Tafelanschrieb • Folien (Powerpoint, PDF) • Übungsaufgaben
Literatur	<p>Häberlin, J.: <i>Photovoltaik: Strom aus Sonnenlicht für Verbundnetz und Inselanlagen</i>, Verlag VDE, 2010</p> <p>Wagner, A.: <i>Photovoltaik Engineering: Handbuch für Planung, Entwicklung und Anwendung</i>, Verlag VDI, 2009</p> <p>Antony, F.; Dürschner, Ch.; Remmers, K. H.: <i>Photovoltaik für Profis: Verkauf, Planung und Montage von Solarstromanlagen</i>, Verlag Beuth, 2009</p> <p>Watter, H.: <i>Regenerative Energiesysteme: Grundlagen, Systemtechnik und Anwendungsbeispiele aus der Praxis</i>, Verlag Vieweg-Teubner, 2011</p> <p>Eicker, U.: <i>Solare Technologien für Gebäude</i>, Verlag Vieweg Teubner, 2011</p>

3.3.6 Seminar Erneuerbare Energien

Studiengang	Elektrotechnik- und Informationstechnik
Modulname	EITM230E Seminar Erneuerbare Energien
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM230E Seminar Erneuerbare Energien
Studiensemester	2. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Alfons Klönne
Dozenten	N.N.
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Seminar, 4 SWS
Modus	Pflichtmodul für Studienrichtung Energietechnik und Erneuerbare Energien, Wahlmodul in den anderen Studienrichtungen
Turnus	Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 45 h, Eigenstudium Seminar 105 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen Regenerativer Energien, Physik, Verteilte Energiesysteme, Solare Energienutzung
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> In diesem Seminar werden aus dem Themenfeld der Erneuerbaren Energien neueste Entwicklungen in Fachvorträgen vorgestellt und fachlich bewertet. Insbesondere werden auch die nicht zum Kerngebiet der Elektrotechnik gehörenden Verfahren der Erneuerbaren Energien vorgestellt und hinsichtlich der Verbindung zur elektrischen Energieversorgung vertieft. Mögliche Themen beinhalten die Nutzung und Automatisierung von Biomasseanlagen, neueste Entwicklungen in der Batteriespeichertechnik, geothermische Energienutzung, etc.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Dieses Modul behandelt Verfahren, die noch nicht Gegenstand in den anderen Modulen des Studiengangs sind. Insbesondere werden neueste Entwicklungen in Fachvorträgen vorgestellt.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des</p>

	<p>Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen Studierende durch die Präsentation von eingeladenen Experten aus der Industrie und Forschung neueste Entwicklung im Bereich der Erneuerbare-Energien-Technologien • haben Studierende ein eigenes, vorgegebenes Fachthema in Gruppenform durch eigene Literaturrecherche erarbeitet und für einen wissenschaftlichen Folienvortrag aufbereitet • können Studierende das vorgegebene Fachthema in wissenschaftlich aufbereiteter Form vor einem Fachpublikum vorstellen und diskutieren
Inhalt	<p><i>Seminar Erneuerbare Energien (Vorschläge, die von Semester zu Semester neu bestimmt werden, z.B):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Verfahrenskonzepte von Biomasseanlagen • Automatisierung von Biomasseanlagen • Rohstoffkreisläufe in der Photovoltaik • Neueste Entwicklungen bei elektrochemischen Energiespeichern • Energieeffiziente Druckluftspeicher • Oberflächennahe Geothermienutzung
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Die schriftliche Vorbereitung und der wissenschaftliche Fachvortrag (Dauer 30 min), sowie die anschließende Diskussion mit den Hörern werden bewertet. Die Kriterien für die Bewertung des Fachvortrags werden im Vorfeld bekannt gegeben.</p>
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Folien (Powerpoint, PDF) • Fachdiskussion
Literatur	<p>Lobin, H.: <i>Die wissenschaftliche Präsentation: Konzept – Visualisierung – Durchführung</i>, Verlag Schöningh, 2012</p> <p>Hofmann, Angelika H.: <i>Scientific Writing and Communication: Papers, Proposals, and Presentations</i>, Oxford University Press, 2010</p>

3.4 Studienrichtung Sensorsystemtechnik

3.4.1 Physikalische und chemische Sensorik

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM110S Physikalische und chemische Sensorik
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM111S Physikalische Sensorsysteme EITM112S Chem. Sensoren und Sensormaterialien
Studiensemester	1. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Harald Sehr
Dozenten	Prof. Dr. Harald Sehr Prof. Dr. Heinz Kohler
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung 4 SWS
Modus	Pflichtmodul in der Studienrichtung Sensorsystemtechnik, Wahlmodul in den anderen Studienrichtungen
Turnus	Wintersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Physik, Chemie, Physikalische Chemie, Elektronik, Physikalische Sensoren, Chemosensorik
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Dieses Modul vermittelt den Studierenden theoretische Modelle, die zur Erfassung verschiedener Messgrößen bzw. zur Signalgenerierung in physikalischen sowie chemischen Sensorsystemen eingesetzt werden. Weitere Schwerpunkte sind Spezialwissen zu den Materialeigenschaften chemischer Sensoren sowie Energiemanagement, Signalverarbeitungs- und -übermittlungsstrategien bei drahtlosen Sensorsystemen.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Dieses Modul erläutert anspruchsvolle Modelle im Bereich der physikalischen und chemischen Sensorik und greift auf ein breites naturwissenschaftliches und ingenieurwissenschaftliches Fundament an Wissen und Fertigkeiten zurück. Es knüpft an Kenntnisse und Fertigkeiten aus den Bachelorvorlesungen Physikalische Sensoren sowie Chemosensorik an.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen und verstehen die Funktionsprinzipien der Durchfluss- und Füllstandsmesstechnik • beherrschen die Strategien von drahtlosen Sensorsystemen hinsichtlich Energiebereitstellung, Energiemanagement, Messgrößenerfassung und Signalübermittlung • kennen und verstehen theoretische Modelle, die zur Signalgenerierung in physikalischen und chemischen Sensoren eingesetzt werden • sind in der Lage, selbständig ein geeignetes Sensorprinzip nach den Anforderungen der Aufgabenstellung auszuwählen • sind befähigt, nach den Anforderungen der jeweiligen Messaufgabe ein geeignetes Sensorsystem einschließlich Sensorelement, Sig-

	nalverarbeitung und –übermittlung zu konzipieren
Inhalt	<p><i>Physikalische Sensorsysteme</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Strömungsmechanische Grundlagen der Durchflussmesstechnik • Kenngrößen und Messprinzipien der Durchflussmesstechnik • Aufbau und Funktionsweisen von Durchflussmesssystemen • Kenngrößen und Messprinzipien von Füllstandssensoren • Aufbau und Funktionsweisen von Füllstandsmesssystemen • Oberflächenwellensensorik • Drahtlose Sensorsysteme • Energy Harvesting • Anwendungsbeispiele <p><i>Chem. Sensoren und Sensormaterialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Technologische Bedeutung der Chemosensorik • Theorie der Referenzelektroden und zur Generierung des Diffusionspotentials • Festelektrolyte als Membranmaterialien für Ionenselektive Elektroden, Beispiele Theorie der Ionendiffusion in Festkörpern • Beispiele ionenselektiver Elektroden • pH-Sensorik – physico-chemische Theorien zur Sensorsignalgenerierung • Theorie zur experimentellen Bestimmung der Querempfindlichkeit von Ionenselektiven Elektroden • Lambda-Sonde, Theorie der Restsauerstoffmessung • Aufbau und theoretische Darstellung der Funktionsprinzipien von modifizierten Lambda-Sonden – Vorteile gegenüber der klass. Nernst-Sonde • Theorie der Signalreduktion beim Übergang des Festelektrolytmaterials in gemischt leitenden Zustand • Theorie der Amperometrie, Abgrenzung gegen Voltametrie • Membranbedeckte gelöste Sauerstoff-Messzelle
Studien- und Prüfungsleistungen	Die Kenntnisse der Studierenden werden anhand einer schriftlichen Klausur von 120 min Dauer bewertet.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Tafelanschrieb • Projektion mittels Beamer • Experimentalvorlesung (EMS111) • Skript / Folienvorlagen • Übungsaufgaben mit Lösungen
Literatur	Niebuhr, Lindner: <i>Physikalische Messtechnik mit Sensoren</i> , Oldenburg Hoffmann: <i>Taschenbuch der Messtechnik</i> , Hanser Tränkle: <i>Taschenbuch der Messtechnik</i> , Oldenburg Durchflusshandbuch, Endress + Hauser Flowtec AG Bonfig: <i>Technische Durchflussmessung</i> , Vulkan Finkenzeller: <i>RFID Handbuch</i> , Hanser Vorlesungspräsentationen (Vorlagen) Zur Vorlesung EITM112S gibt es kein adäquates Lehrbuch. Vorlesungsvorlagen aus Primärliteratur zusammengestellt englischsprachige Fachliteratur zu ausgewählten Themen

3.4.2 Mikrosysteme

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master), Studienrichtung Sensorsystemtechnik
Modulname	EITM120S Mikrosysteme
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM121S Mikro- und Nanotechnologie EITM122S Photonische Analyse-Systeme
Studiensemester	1. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Ehinger
Dozenten	Prof. Dr. Ehinger Prof. Dr. Karnutsch
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung, 4 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 60 Stunden Eigenstudium 90 Stunden
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in (Festkörper-)Physik, Chemie und Biologie
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Die Mikrosystemtechnik gilt als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Das Modul vermittelt nicht nur die Prozesse zur Herstellung von Mikro- und Nanosystemen und Photonischen Analysesystemen sondern auch praxisrelevante Beispiele.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Die im Modul erworbenen Kenntnisse und Kompetenzen werden in den Modulen Physikalische und chemische Sensorik, Bio- Chemo- und Strahlungssensorik, Optische Sensorik und Umwelttechnologie benötigt. Nur im Modul Mikrosysteme werden die Technologien zur Herstellung von Sensoren und Mikro- und Nanosystemen behandelt.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> • eigenständig zu beurteilen, welche Effekte genutzt werden können zur Realisierung von Mikro- und Nanosystemen • unter ökonomischen und technologischen Randbedingungen zu evaluieren und zu entscheiden, ob die Herstellung mittels Volumen- oder Oberflächenmikromechanischen Konzepten erfolgen soll • zu entscheiden, welche Abscheidungsvariante für das herzustellende Produkt optimal ist • die für das Produkt adäquate Mikro- und Nanostrukturierungsverfahren auszuwählen • einen adäquaten Herstellungsprozess selbstständig zu entwickeln • technologische Herausforderungen bei der Herstellung von Mikro- und Nanosystemen zu beherrschen • Makroskopische photonische Analysesysteme zu analysieren und einen Prozess zur Miniaturisierung dieser Systeme selbstständig zu planen • Anhand der Strukturgröße und –geometrie eines Bauteiles das zu verwendende Messinstrument vorzuschlagen • den Miniaturisierungsgrad eines Analysensystems kritisch zu be-

	werten und daraus Verbesserungsvorschläge zu kreieren
Inhalt	<p><i>Mikro- und Nanotechnologie:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Gasphasenabscheidung: Bedampfen, DC- und AC- und Magnetron-Sputtern, Ionenplattieren, Plasmapolymersation • Chemische Gasphasenabscheidung: thermisch und plasmaunterstützt • Silizium-Oxidation: trocken und feucht • Strukturierungstechnologien: Nass- und Trockenätzen, isotropes und richtungsabhängiges Ätzen • Dotierungstechnologien: Diffusion und Ionenimplantation • Oberflächen- und Volumenmikromechanik • Mikro- und Nanosysteme <p><i>Photonische Analyse-Systeme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mikro- und Nanofabrikation, vor allem in Hinsicht auf weiche Materialien • Messinstrumente für Bauteile mit Strukturen im Nanometer-Bereich • Materialien für optofluidische Sensoren • Ausgesuchte photonische Analyse-Systeme und deren Miniaturisierung
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in zwei schriftlichen Klausuren (jeweils 60 min) bewertet.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Folien- und Tafelanschrieb • Folien (PowerPoint, PDF) • Filme • Ausgewählte wissenschaftliche Originalpublikationen • Vor-Ort-Besichtigung ausgewählter Instrumente im Labor
Literatur	<p><i>Mikro- und Nanotechnologie:</i></p> <p>Vorlesungsskript (selbst erstellt)</p> <p>Madou, Marc: <i>Manufacturing Techniques for Microfabrication and Nanotechnology</i>, CRC Press, 2012</p> <p>Globisch, Sabine et al.: <i>Lehrbuch Mikrotechnologie</i>, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2011</p> <p>Schwesinger, Norbert; Dehne, Caroline, Adler, Frederic: <i>Lehrbuch Mikrosystemtechnik</i>, Oldenbourg Verlag, 2009</p> <p>Völklein, Friedemann; Zetterer, Thomas: <i>Einführung in die Mikrosystemtechnik</i>, 2. Auflage, Vieweg-Verlag, 2006</p> <p>Gerlach, Gerald; Dötzel, Wolfram: <i>Einführung in die Mikrosystemtechnik</i>, 1. Auflage, Hanser-Verlag, 2006</p> <p>Hilleringmann, Ulrich: <i>Mikrosystemtechnik, Prozessschritte, Technologien, Anwendungen</i>, 1. Auflage, Teubner-Verlag, 2006</p> <p>Menz, Wolfgang; Mohr, Jürgen; Paul, Oliver: <i>Mikrosystemtechnik für Ingenieure</i>, 3. Auflage, VCH-Verlag, 2005</p> <p>Mescheder, Ulrich: <i>Mikrosystemtechnik, Konzepte und Anwendungen</i>, 2. Auflage, Teubner-Verlag, 2004</p> <p><i>Photonische Analyse-Systeme:</i></p> <p>Fainman, Yehshaihu; Lee, Luke; Psaltis, Demetri, Yang, Changhuei: <i>Optofluidics: Fundamentals, Devices, and Applications</i>, McGraw Hill Profession-</p>

	<p>al, 2009</p> <p>Aaron, Hawkins R.; Schmidt, Holger: <i>Handbook of Optofluidics</i>, Taylor and Francis, 2010</p> <p>Edel, Joshua; Edel, Joshua Benno; De Mello, Andrew: <i>Nanofluidics: nanoscience and nanotechnology</i>, Royal Society of Chemistry, 2009</p> <p>Chakraborty, Suman: <i>Microfluidics and Microfabrication</i>, Springer, 2010</p> <p>Matsko, Andrey: <i>Practical Applications of Microresonators in Optics and Photonics</i>, CRC Press, 2009</p> <p>Fan, Xudong: <i>Advanced Photonic Structures for Biological and Chemical Detection</i>, Springer, 2009</p> <p>Rios, Angel; Escapara, Alberto; Simonet, Bartolomé: <i>Miniaturization of Analytical Systems: Principles, Designs and Applications</i>, John Wiley & Sons, 2009</p> <p>Floriano, Pierre N.: <i>Microchip-based assay systems: methods and applications</i>, Humana Press, 2007</p>
--	---

3.4.3 Theoretische Aspekte der Sensorik I

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM130S Theoretische Aspekte der Sensorik I
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM131S Grenzflächenphänomene EITM132S Spezielle Transportphänomene
Studiensemester	1. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Karnutsch
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Christian Karnutsch Prof. Dr. Heinz Kohler
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung, 4 SWS
Modus	Pflichtmodul in der Studienrichtung Sensorsystemtechnik, Wahlmodul in den anderen Studienrichtungen
Turnus	Wintersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60h, Eigenstudium 90h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Höhere Mathematik, Grundlagen Physikalische Chemie, Grundlagen Festkörperphysik
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> In diesem Modul wird die Bedeutung von Grenzflächen und Transportprozessen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften vermittelt. Den Studierenden werden Theorien zur Beschreibung der physikalisch-chemischen Vorgänge an Grenzflächen und von Transportprozessen, speziell von Elektronen und Quasiteilchen, näher gebracht. Der Fokus liegt dabei auf einem vertieften Verständnis vielfältiger Sensor-Prinzipien und -Konfigurationen.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Die Lehrinhalte liefern den theoretischen Hintergrund für weiterführende Vorlesungen, wie z.B. Bio- und Chemosensorik und Optoelektronische Sensorsysteme.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach Abschluss des Moduls sind</p>

	<p>die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> • physio-chemische Vorgänge an Grenz- bzw. Festkörperoberflächen zu erfassen • physikalisch-chemische Vorgänge an fest / flüssig- und fest / gasförmig-Grenzflächen theoretisch zu beschreiben und diese Beschreibung selbstständig auf neue Problemfälle anzuwenden • die auf Grenzflächenprozessen beruhenden Chemosensorprinzipien theoretisch zu analysieren und die Anwendungsfähigkeit der unterschiedlichen Konzepte zu bewerten • Bilanz- und Kontinuitätsgleichungen aufzustellen und damit selbstständig Transportprozesse zu analysieren • organische optoelektronische Bauelemente hinsichtlich ihrer Effizienz zu beurteilen
Inhalt	<p><i>Vorlesung Grenzflächenphänomene:</i> Vermittelt werden die theoretischen Modelle und materialwissenschaftlichen Randbedingungen zur Beschreibung der</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grenzflächenpotentialgenerierung • elektrochemischen Vorgänge an Elektrolyt / Elektroden-Grenzflächen • Signalentstehung von pH-ISFETs • Gas-Adsorptions- / Desorptionsprozesse an Festkörperoberflächen incl. katalytischer Aspekte • Sorptionsisothermen von porösen Festkörpern (Kapillarität) im Hinblick auf ein theoretisch fundiertes Verständnis für Aspekte der Bodenfeuchte-Sensorik • Physikalisch-chemischen Prozesse an Halbleiter / Gas-Grenzflächen im Hinblick auf das vertiefte Verständnis der Eigenschaften von Metalloxid-Gassensoren <p><i>Vorlesung Spezielle Transportphänomene:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Transportprozesse (Diffusion, Wärmeleitung, Viskosität) • Herleitung der kinetischen Gastheorie aus mikroskopischen Überlegungen • Vertiefung der theoretischen Betrachtung von Transportphänomenen anhand des detaillierten Fallbeispiels, Organische optoelektronische Halbleiterbauteile
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 min) bewertet.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Skriptum, Tafelanschrieb • Folien (PowerPoint, PDF) • Ausgewählte wissenschaftliche Originalpublikationen
Literatur	<p>Vielfältigste Unterlagen, die über die Online-Lehrplattform ILIAS zum Download angeboten werden</p> <p>Ein für die Vorlesung Grenzflächenphänomene geeignetes Lehrbuch gibt es bisher nicht auf dem Markt. Hilfreich für das Selbststudium sind:</p> <p>Butt, Graf, Kappl: <i>Physics and Chemistry of Interfaces</i>, VCH-Verlag</p> <p>P.W. Atkins: <i>Physikalische Chemie</i>, Wiley-VCH</p>

3.4.4 Theoretische Aspekte der Sensorik II

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM140S Theoretische Aspekte der Sensorik II
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM141S Modellbildung und FEM-Simulation EITM142S Festkörperphysik
Studiensemester	1. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Roland Görlich
Dozenten	Prof. Dr. Thomas Westermann Prof. Dr. Roland Görlich
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung 4 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematik und Physik auf Bachelor-Niveau
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Das Lernziel ist die Vermittlung physikalischer Modellbildung samt der numerischen Simulation mit Hilfe von finiten Element-Programmen. Neben der Modellbildung und Simulation physikalischer Sensoren wird im Besonderen auf theoretische Aspekte aus dem Bereich der Festkörperphysik, im Besonderen der Halbleiterphysik, eingegangen.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Im Vergleich zu Veranstaltungen aus dem Bachelor-Studiengang Sensorik werden in diesem Modul vermehrt auf theoretische Betrachtungen Wert gelegt. Die Inhalte dieser Veranstaltung unterstützen das Modul Physikalische und chemische Sensorik (EMS110), darüber hinaus bauen die Module Bio-, Chemo- und Strahlungssensorik (EMS210) und Optische Sensorik (EMS220, Veranstaltung Optoelektronische Sensorsysteme) auf dem Wissen, das in diesem Modul vermittelt wird, auf.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> • haben die Studierenden Kenntnisse über die Beschreibung quantenmechanischer Systeme • haben die Studierenden ein Verständnis über die quantisierte Form elektromagnetischer Wellen (Photonen) und deren Wechselwirkung mit Materie • werden die Studierenden in die Lage versetzt, Sensorprinzipien auf der Basis theoretischer Modelle zu verstehen und zu analysieren, wodurch sie ein tieferes Verständnis über die zugrunde liegenden physikalischen Mechanismen gewinnen • können die Studierenden die Modelle der physikalischen Sensoren in ein Simulationsmodell umsetzen • sind die Studenten in der Lage die Simulationen mit dem finiten Element-Programm ANSYS durchzuführen • können die Studierenden die aus Simulationen gewonnenen Erkenntnisse kritisch bewerten und beurteilen • sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Phänomene unter Zuhilfenahme theoretischer Modelle zu vernetzen und auf diese

	<p>Weise das Wissensgebiet zu strukturieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • werden die Studierenden auch für anspruchsvollere Aufgaben in der Entwicklung von Sensoren qualifiziert • werden die Studierenden im Rahmen von Übungen in die Lage versetzt, Themen aus der Vorlesung darzustellen und zu transportieren, Problemstellungen zu erfassen und zu diskutieren sowie diese methodisch zu lösen. Darüber hinaus erlangen sie dabei auch soziale Kompetenzen im Umfeld von Lernsituationen
Inhalt	<p><i>Veranstaltung Modellbildung und FEM-Simulation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Methode der finiten Differenzen • Iterative Verfahren zum Lösen von LGS • Die Methode der finiten Elemente • Finite Element Simulationen mit ANSYS <p><i>Veranstaltung Festkörperphysik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aspekte der „Modernen Physik“ (Quantentheorie) • Photonen und optische Sensoren, LASER • Prinzipien der Festkörpertheorie, im Besonderen auf dem Gebiet der Halbleiter • Diffusionstheorie auf der Basis von Master-Gleichungen
Studien- und Prüfungsleistungen	Schriftlichen Modulprüfung, bestehend aus EMS141 und EMS142 (benötet), 120 min Dauer
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Tafelanschrieb • Folien / Beamer • PC-Pool zur Durchführung der Simulationen • Kurzvideos und Animationen • Übungsforum
Literatur	<p><i>Veranstaltung Modellbildung und FEM-Simulation:</i></p> <p>Westermann, T.: <i>Modellbildung und Simulation</i>, Springer 2010</p> <p>Munz, C.-D.; Westermann, T.: <i>Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen</i>, Springer 2006</p> <p>Fröhlich, P.: <i>FEM-Leitfaden</i>, Springer 1995</p> <p><i>Veranstaltung Festkörperphysik:</i></p> <p>Foliensammlung und Übungen zur Vorlesung</p> <p>Feynman, Richard P.; Leighton, Robert B.; Sands, Matthew: <i>Feynman-Vorlesungen über Physik, Band 2: Elektromagnetismus und Struktur der Materie</i>, 5. Auflage, o.O., Oldenbourg Verlag, 2007</p> <p>Feynman, Richard P.; Leighton, Robert, B.; Sands, Matthew: <i>Feynman-Vorlesungen über Physik, Band 3: Quantenmechanik</i>, 5. Auflage, o.O., Oldenbourg Verlag, 2007</p> <p>Greiner, Walter: <i>Theoretische Physik, Band 4: Quantenmechanik</i> 6. Auflage, Frankfurt, Verlag Harri Deutsch</p> <p>Hoffmann, P.: <i>Solid State Physics</i>, 1. Auflage, Weinheim, Wiley-VCH</p> <p>Kittel, Charles: <i>Einführung in die Festkörperphysik</i>, 14. Auflage, München, Oldenbourg Verlag</p> <p>Kittel, Charles; Krömer, Herbert: <i>Thermodynamik</i>, 5. Auflage, München, Oldenbourg Verlag</p> <p>Ziman, J.M.: <i>Prinzipien der Festkörpertheorie</i>, 2. Auflage, Thun und Frankfurt, Verlag Harri Deutsch</p> <p>Schaumburg, Hanno: <i>Werkstoffe und Bauelemente der Elektrotechnik</i>,</p>

	<p><i>Band 2: Halbleiter</i>, Auflage 1991, Stuttgart, Teubner Verlag Schaumburg, Hanno: <i>Werkstoffe und Bauelemente der Elektrotechnik</i>, <i>Band 3: Sensoren</i>, Auflage 1992, Stuttgart, Teubner Verlag Rudden, M.N.; Wilson, J.: <i>Elementare Festkörpertheorie und Halbleiter- elektronik</i>, 1. Auflage, o.O., Spektrum Akademischer Verlag</p>
--	--

3.4.5 Bio- Chemo- und Strahlungssensorik

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM210S Bio-, Chemo- und Strahlungssensorik
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM211S Bio- und Chemosensorik EITM212S Strahlungssensorik
Studiensemester	2. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Heinz Kohler
Dozenten	Prof. Dr. Heinz Kohler, Dr. Karsten Pinkwart Prof. Dr. Michael Bantel
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung 4 SWS
Modus	Pflichtmodul in der Studienrichtung Sensorsystemtechnik, Wahlmodul in den anderen Studienrichtungen
Turnus	Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Physik, Chemie, Physikalische Chemie, Elektronik, Physikalische Sensoren, Chemosensorik
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Dieses Modul vermittelt den Studierenden theoretische Modelle zu einer Vielzahl von Sensorkonzepten zur Erfassung (bio)chemischer und Strahlungsgrößen, die sich in den letzten Jahren etablieren konnten. Neben den Sensorprinzipien werden auch die Materialien vorgestellt und deren besondere Eigenschaften im Hinblick auf das sensorische Messprinzip diskutiert. Auch neuere Technologietrends und Forschungsergebnisse auf diesem noch jungen, sich schnell weiterentwickelnden Technologiefeld werden angesprochen.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Dieses Modul greift auf ein breites naturwissenschaftliches und ingenieurwissenschaftliches Fundament an Wissen und Fertigkeiten zurück. Es knüpft an Kenntnisse und Fertigkeiten aus den Master-Vorlesungen EITM111S, EITM112S, EITM121S und EITM131S an und ist als Ergänzung zu den Veranstaltungen im Modul EITM230S zu sehen.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen und verstehen die vielfältigen nicht-optischen Sensorprinzipien zur Bestimmung chemischer und biochemischer Größen in unterschiedlichen Applikationsfeldern • haben ein vertieftes Wissen hinsichtlich der Materialien, auf denen die Sensortechnologien beruhen, das sie befähigt, ihre wissenschaftliche Entwicklung später mit einem Promotionsstudium fortzusetzen

	<ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, selbständig ein geeignetes Sensorprinzip nach den Anforderungen der Aufgabenstellung auszuwählen • können aufgrund ihrer Spezialkenntnisse die Stärken und Schwächen verschiedener, ggfls. alternativer Sensorkonzepte aufgrund wissenschaftlicher Überlegungen abwägen und können auf diese Weise eine wissenschaftlich fundierte Auswahl treffen • sind aufgrund wissenschaftlicher Spezialkenntnisse befähigt, das Zusammenwirken von Sensoreigenschaften und -einsatzbedingungen zu beschreiben
<p>Inhalt</p>	<p><i>Bio- und Chemosensorik:</i> Die Vorlesung führt die Vorlesung EITM112S mit den Inhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Theorie zur Kalibration und Bestimmung der chemischen Messgrößen von Gelöst-Sauerstoff-Sensoren • Vertiefung der Vorlesungen zur Metalloxid-Gassensorik im Hinblick auf Materialfragen und theoretischem Verständnis • Vertiefung der theoretischen Kenntnisse zum Verständnis der Eigenschaften von Gassensoren, die nach dem Wärmetönungsprinzip arbeiten • Vermittlung von Spezialkenntnissen über Aufbau, Funktionsweise und Eigenschaften von Elektrochemischen Gasmesszellen • Theoretische Kenntnisse zur Desinfektion von Wässern und zugehörige Sensorik zur Einstellung der Desinfektionswirkung <p>fort und wird in der zweiten Semesterhälfte durch Vorlesungen zur Biosensorik mit den Inhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herausarbeitung der Besonderheiten der biochemischen Sensoren als eine Unterklasse der chemischen Sensoren und den damit notwendigen Transduktionsverfahren • Gegenüberstellung der biokatalytischen und Bioaffinitätssensoren und Erarbeitung der spezifischen Kenntnisse zu Antikörpern und Enzymen • Vermittlung der Möglichkeiten zur Anbindung der Biomoleküle an eine Sensoroberfläche mittels Self Assembly Monolayers (SAM) und Langmuir-Blodgett-Layers (LBL) • Darstellung der Routineschritte zum vollständigen Aufbau eines Biosensors am Beispiel der Sensorik von Nitroaromaten • Auseinandersetzung mit den verschiedenen Transduktionsverfahren am Beispiel der biosensorischen Erfassung von β-D-Glucose als der weltweit häufigste Biosensor <p>weitergeführt und zum Abschluss gebracht.</p> <p><i>Strahlungssensorik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Modelle zum Atomaufbau und zur Struktur des Atomkerns • Vertiefung der theoretischen Kenntnisse zur Entstehung von Strahlung aus verschiedenen Quellen, Laser • Struktur der Nukleonen, Quarks und Leptonen, fundamentale Wechselwirkungen • Einführung der Dunklen Energie und Materie - theoretische Begründung von deren Notwendigkeit • Strahlung aus Kernzerfällen - α, β, γ, n-Strahlung, Energiegewinnung • Vertiefung der Kenntnisse über die Wechselwirkung von α, β, γ, n-Strahlung mit Materie • Vermittlung von Spezialkenntnissen zum Aufbau und zur Arbeitsweise von Sensoren zur Messung von Strahlung: <ul style="list-style-type: none"> ○ Gassensoren:

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ionisationskammer ▪ Proportionalzählrohr ▪ Geiger-Müller Zählrohr ○ Szintillationsdetektoren: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Szintillatoren ▪ Photodioden ▪ Photomultiplier ○ Halbleiterdetektoren: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Si-Sperrschichtdetektor ▪ Ge – Detektor, γ-Spektroskopie ▪ Ortsauflösende Si (Streifen-)Detektoren ○ Multichannelplate, Bildverstärker • Sensorkombinationen zur Messung hochenergetischer Teilchen
Studien- und Prüfungsleistungen	Die Kenntnisse der Studierenden werden anhand einer schriftlichen Klausur von 120 min Dauer bewertet.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Experimentalvorlesung • Tafelanschrieb • Projektion mittels Beamer • Skript / Vorlesungsvorlagen • Experimente zur Illustration des Vorlesungsstoffes • Sensormuster und Geräte als Anschauungsmaterial
Literatur	<p>Vorlesungspräsentationen (Vorlagen)</p> <p>P. Atkins: <i>Physikalische Chemie</i>, VCH</p> <p>Schanz: <i>Sensortechnik</i></p> <p>Schiessle: <i>Sensortechnik und Meßwertaufnahme</i></p> <p>K. Kleinknecht: <i>Detektoren für Teilchenstrahlung</i>, Springer</p> <p>Ein adäquates Lehrbuch mit dem nötigen Vertiefungscharakter zur Vorlesung EITM211S ist international nicht verfügbar. Die Lehrinhalte stammen weitestgehend aus der Primärliteratur.</p> <p>englischsprachige Fachliteratur zu ausgewählten Themen:</p> <p>Mirsky; Ultrthin: <i>Electrochemical Chemo- and Biosensors</i></p> <p>Gründler: <i>Chemische Sensoren</i></p> <p>G.F. Knoll: <i>Radiation Detection and Measurement</i>, Wiley</p>

3.4.6 Optische Sensorik

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM220S Optische Sensorik
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM221S Optoelektronische Sensorsysteme EITM222S Mustererkennung und Bildverarbeitung
Studiensemester	2. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Ulrich Grünhaupt
Dozenten	Prof. Dr. Ulrich Grünhaupt, Dr. Christian Langen
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung, 4 SWS
Modus	Pflichtmodul in der Studienrichtung Sensorsystemtechnik, Wahlmodul in den anderen Studienrichtungen
Turnus	Sommersemester

Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium Vorlesung 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Physikalische Sensorsysteme, Photonische Analyse-Systeme, Festkörperphysik
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Erwerb von Kenntnissen über theoretische Grundlagen, Funktionsweisen und Anwendungsgebiete von optoelektronischen Sensor- und Bildverarbeitungssystemen. Die Studierenden lernen eine komplette Bildverarbeitungskette selbstständig aufzubauen und die Grundlagen wichtiger Verfahren der Mustererkennung und der Klassifikation von Mustern kennen.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Diese Veranstaltung baut auf dem in den Physikalische Sensorsystemen, Photonischen Analyse-Systemen und der Festkörperphysik erworbenem Wissen auf und vermittelt spezialisierte vertiefte Kenntnisse in den Bereichen Bildverarbeitung, Mustererkennung und optoelektronischen Sensorsystemen, die z. B. in der physikalischen, der Bio- und Chemosensorik sowie der Umwelttechnologie zur Anwendung gebracht werden können. Die Mustererkennung ergänzt die Inhalte der digitalen Bildverarbeitung, indem sie auch allgemeinere Signale betrachtet, die nicht aus dem Gebiet der digitalen Bildaufnahme stammen.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen:</i> Die Studierenden besitzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeiten zu Konzeption und Realisierung optoelektronischer Sensor- und Bildverarbeitungssysteme • die Befähigung zur ganzheitlichen Betrachtung und fachübergreifenden Analyse von Problemstellungen in der optoelektronischen Sensorik und digitalen Bildverarbeitung durch Kompetenzen im Bereich der Mustererkennung • fachübergreifende, systembezogene, der schnellen technologischen Entwicklung Rechnung tragende Methodenkompetenz im Bereich optoelektronischer Sensor-, digitaler Bildverarbeitungssysteme und in der Mustererkennung • die Studierenden sind in der Lage, mit Hilfe eines eigenständigen Literaturstudiums komplexe Bildverarbeitungsaufgaben zu lösen und „neue“ Bildverarbeitungsalgorithmen selbstständig im Orts- und Ortsfrequenzraum zu analysieren und zu bewerten • die Fähigkeit zum wissenschaftlichen Arbeiten auf den Gebieten • die Fertigkeit, künftige Entwicklungen absehen, bewerten und an deren Gestaltung mitwirken zu können
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Aktive und passive Komponenten der optoelektronischen Sensorik • Anwendung von Lichtleitfaserkomponenten in optischer Messtechnik und Sensorsystemen • Intensitätsbeeinflussende und spektraloptische Sensoren • Interferometrische Sensorsysteme • Faseroptische Bragg-Gitter, Fasergyroskop • Photoakustische Spektroskopie • Polarisationsoptische Messsysteme • Grundlagen der Bildverarbeitung • Bildmanipulation • Bildanalyse • Musterextraktion: Fortgeschrittene Fouriermethoden, Cepstrum, Korrelationsmethoden, Wavelet-Transformationen • Klassifikation: Neuronale Netze, Polynom-Klassifikator, Minimum-Abstands-Klassifikator, Bayes-Klassifikator

Studien- und Prüfungsleistungen	Die Kenntnisse der Studenten werden anhand einer schriftlichen Modulprüfung von 120 min Dauer bewertet.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> • Skript • Präsentationen mit Beamer • Tafelanschrieb • PC-Simulationen
Literatur	<p>Vorlesungsskripte</p> <p>Pedrotti, Bausch, Schmidt: <i>Optik für Ingenieure</i>, Springer 2007</p> <p>Haus J: <i>Optical Sensors: Basics and Applications</i>, Wiley-VCH Verlag 2010</p> <p>Reider G A: <i>Photonik</i>, Springer University Press 2013</p> <p>Decoster, Harari: <i>Optoelectronic Sensors</i>, Wiley 2009</p> <p>Rahlves, Seewig: <i>Optisches Messen technischer Oberflächen: Messprinzipien und Begriffe</i>, Beuth 2009</p> <p>López-Higuera J M: <i>Handbook of optical fibre sensing technology</i>, Wiley 2002</p> <p>Saleh, Teich: <i>Grundlagen der Photonik</i>, Wiley-VCH Verlag 2008</p> <p>Gonzalez, R.C.; Woods, R.E.: <i>Digital Image Processing</i>, Prentice Hall International 2008</p> <p>Haberäcker, P.: <i>Praxis der Digitalen Bildverarbeitung und Mustererkennung</i>, Carl Hanser Verlag, 1995</p> <p>Jähne, B.: <i>Digitale Bildverarbeitung</i>, Springer 2012</p> <p>Steinbrecher, R.: <i>Bildverarbeitung in der Praxis</i>, Oldenburg 1993</p> <p>R.O. Duda; P.E. Hart; D.G. Stork: <i>Pattern Classification</i>, John Wiley & Sons, 2004</p> <p>Geoff Dougherty: <i>Pattern Recognition and Classification: An Introduction</i>, Springer 2012</p>

3.4.7 Umwelttechnologie

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM230S Umwelttechnologie
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	EITM231S Umweltsensorik EITM232S Umwelttechnik
Studiensemester	Sommersemester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Hoinkis
Dozenten	Prof. Dr. Bantel, Prof. Dr. Schönauer, Prof. Dr. Hoinkis
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung, 2 SWS Vorlesung, 2 SWS
Modus	Pflichtmodul in der Studienrichtung Sensorsystemtechnik, Wahlmodul in den anderen Studienrichtungen
Turnus	Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Physik, Chemie und physikalischen Chemie
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine

<p>Lernziele / Kompetenzen</p>	<p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Wechselwirkungen von ionisierender Strahlung auf Materie / biologisches Gewebe sowie die Größen und Begriffe des Strahlenschutzes. Sie können einfache Berechnungen zu Strahlungsquellen, Dosen und Abschirmungen durchführen.</p> <p>Die Studierenden kennen die Anwendungen ionisierender Strahlung in der Medizin, in der Präzisionsanalytik (Spektroskopie) und im Bereich der zerstörungsfreien Prüfung. Sie erhalten Kompetenz in Auswahl bzw. Einsatz der der Messaufgabe angepassten und erforderlichen Sensorik zur Überwachung und Vermeidung hoher Schadgasemissionen.</p> <p>Die Studenten sind mit den Grundlagen der Abwasser- und Abluftreinigung sowie Abfallentsorgung vertraut und kennen die hierbei eingesetzten, wichtigsten Verfahren. Die Studenten können bei Abwasser- und Abluftproblemen entsprechende Reinigungsverfahren auswählen und anwenden.</p>
<p>Inhalt:</p>	<p><i>Umweltssensorik:</i> Arten von Strahlung, Quellen, Wechselwirkungen; Größen und Begriffe des Strahlenschutzes; Wirkung auf den Menschen, Abschirmungen, Reichweiten; Strahlentherapie; spektroskopische Analyseverfahren; radiologische Mess- und Prüfverfahren.</p> <p>Grundlagen der Abgas-Entstehung in Benzin- und Diesel-Motoren, Katalytische Nachbehandlung, Emissions-Grenzwerte, Abgassensoren und Motorsteuerung, On-Board-Diagnose (OBD), Kohlenwasserstoff Sensoren, NOx-S., Temperatur-S., Sauerstoff-S. etc., Niederemissions-KFZ, Strategien und Rolle der Sensorik in der Verbrauchsreduktion.</p> <p><i>Umwelttechnik:</i> Abwasserinhaltsstoffe, Ökotoxikologie, Grundlagen der biologischen Abwasserreinigung, chemisch / physikalische Abwasserreinigung, Grundlagen der Membranfiltrationstechnik, Grundlagen der Abluftreinigung, Automobilkatalysator, Abluftreinigung in Kraftwerken, Abfallentsorgung</p>
<p>Studien- und Prüfungsleistungen</p>	<p>Die Kenntnisse der Studenten werden anhand der fachübergreifenden, schriftlichen Modul-Prüfung (benotet) von 120 min Dauer bewertet.</p>
<p>Medienformen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Skript • Folien mit Beamer und / oder Tageslichtprojektor • Tafelanschrieb • Experimente und Demonstrationen zur Illustration des Vorlesungsstoffes • PC-Animationen und kurze Videos
<p>Literatur</p>	<p>Vorlesungsskripte Umweltsensorik und Empfehlung folgender Lehr- bzw. Fachbücher:</p> <p>Vogt, H-G.; Schultz, H.: <i>Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes</i>, Hanser-Verlag</p> <p>Gruppen, C.: <i>Grundkurs Strahlenschutz</i>, Springer-Verlag</p> <p>Stegemann, D.: <i>Zerstörungsfreie Prüfverfahren, Radiografie und Radioskopie</i>, Teubner-Verlag</p> <p>Schultes, M.: <i>Abgasreinigung</i>, Springer</p> <p>Hagelüken; C.; et al.: <i>Autoabgaskatalysatoren, Grundlagen, Herstellung, Entwicklung, Recycling, Ökologie</i>, Expert</p> <p>Klingenberg H.: <i>Automobile Exhaust Emission Testing</i>, Springer-Verlag</p> <p>Bauer, H., et al.: <i>Sensoren im Kraftfahrzeug</i></p> <p>Kiencke, U.; et al.: <i>Automotive Control Systems</i>, Springer Verlag</p> <p><i>Kraftfahrtechnisches Taschenbuch</i>; Robert Bosch GmbH, Vieweg</p> <p>Hoinkis, J.; Lindner, E.: <i>Chemie für Ingenieure</i>, Wiley-VCH</p> <p>Bank, M.: <i>Basiswissen Umwelttechnik</i>, Vogel</p> <p>Mehlin, T.; Rautenbach, R.: <i>Membrantechnik</i>, Springer Verlag</p>

3.5 Allgemeine Module

3.5.1 Projekt

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM300 Projekt
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	
Studiensemester	1. oder 2. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Franz Quint
Dozenten	Professoren des Studienganges, nach Vereinbarung
Sprache	Deutsch oder Englisch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Projektarbeit
Modus	Pflichtmodul in allen Studienrichtungen
Turnus	Wintersemester oder Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 30 h, Eigenstudium 120 - 210 h
Kreditpunkte	5 CP in den Studienrichtungen Energietechnik und Erneuerbare Energien sowie Sensorsystemtechnik 8 CP in den Studienrichtungen Informationstechnik und Automatisierungstechnik
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Höheren Mathematik, Physik, Chemie, Elektrotechnik, Programmierkenntnisse
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Dieses Modul führt die Studierenden zur selbständigen Projektarbeit anhand einer eingegrenzten Aufgabe ohne Vorgabe der detaillierten Vorgehensweise.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Dieses Modul eröffnet die Gelegenheit, die in den Vorlesungen erarbeiteten theoretischen Kenntnisse in einer vorgegebenen Aufgabenstellung umzusetzen und anhand von Literaturstudien und eigenen ggfls. experimentellen Arbeiten weiter auszubauen.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, selbständig eine Aufgabenstellung zu analysieren, die zur Lösung der Aufgabe zur Verfügung stehenden Mittel (z.B. Messtechnik) einzuschätzen und daraus zielgerichtete Handlungen abzuleiten • können Entwicklungs- bzw. Forschungsstrategien entwickeln, • sind befähigt, einen eingegrenzten Projektabschluss unter Zuhilfenahme von Literatur und Einholung von Fachinformationen in einem vorgegebenen Zeitrahmen zu erreichen • haben gelernt, ein Entwicklungsprojekt nach wissenschaftlichen Standards zu dokumentieren • sind fähig, das Projekt hinsichtlich Vorgehensweise, Ergebnisdiskussion und Einordnung in allgemeinere Zusammenhänge anhand einer Präsentation darzustellen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Übernahme einer Projektaufgabe von einem Professor des Master-Studienganges

	<ul style="list-style-type: none"> • Eigene Vorüberlegungen / Strategien des / der Studierenden • Besprechung der Vorgehensweise mit dem Betreuer (Professor / Assistent) • Durchführung des Projektes unter Nutzung der Infrastruktur der Fakultät • Regelmäßige kleine Statusseminare • Wissenschaftliche Dokumentation • Vortrag
Studien- und Prüfungsleistungen	Die Kenntnisse der Studierenden werden anhand einer schriftlichen Ausarbeitung und eines Vortrags (20Min.) mit anschließendem Kolloquium bewertet.
Medienformen	Labore der Fakultät
Literatur	Fachliteratur je nach Thematik

3.5.2 Master-Thesis

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM550 Master-Thesis
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	
Studiensemester	3. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Franz Quint
Dozenten	Professoren des Studienganges, nach Vereinbarung
Sprache	Deutsch oder Englisch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Master-Thesis
Modus	Pflichtmodul in allen Studienrichtungen
Turnus	Wintersemester oder Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 30 h, Eigenstudium 690 h
Kreditpunkte	24 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Inhalte des Masterstudienganges
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	50 CP erworben
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Selbstständige Bearbeitung eines Themas mit wissenschaftlichen Methoden in einer gegebenen Zeit.</p> <p><i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Im Unterschied zur Projektarbeit wird die Master-Thesis eigenverantwortlich und ohne unzulässige fremde Hilfe durchgeführt.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, selbständig eine Aufgabenstellung mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten • können eine Aufgabenstellung analysieren und ihr Vorgehen strukturieren • sind fähig, eine Literaturrecherche durchzuführen, die Literatur auszuwerten, relevante Informationen zu extrahieren und Schlussfolgerungen für die eigene Arbeit zu ziehen • sind befähigt, ihr Wissen anzuwenden

	<ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, ihre Ergebnisse in einer schriftlichen Ausarbeitung zu dokumentieren
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Übernahme der Master-Thesis von einem Professor des Master-Studienganges • Eigene Vorüberlegungen / Strategien des / der Studierenden • Besprechung der Vorgehensweise mit dem betreuenden Professor • weitestgehend eigenverantwortliche Durchführung der Master-Thesis • Regelmäßige Besprechung der Vorgehensweise und der Zwischenergebnisse mit dem betreuenden Professor • Wissenschaftliche Dokumentation • Vortrag
Studien- und Prüfungsleistungen	Die Fähigkeiten der Studierenden werden anhand der schriftlichen Ausarbeitung bewertet. Die Präsentation der Ergebnisse ist Teil des Moduls Abschlussprüfung.
Medienformen	
Literatur	Fachliteratur je nach Thematik

3.5.3 Abschlussprüfung

Studiengang	Elektro- und Informationstechnik (Master)
Modulname	EITM560 Abschlussprüfung
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	
Studiensemester	3. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Franz Quint
Dozenten	Hauptbetreuer der Master-Thesis und mindestens ein weiterer Prüfungsberechtigter des Studiengangs
Sprache	Deutsch oder Englisch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	mündliche Prüfung
Modus	Pflichtmodul in allen Studienrichtungen
Turnus	Wintersemester oder Sommersemester
Arbeitsaufwand	Eigenstudium 180 h
Kreditpunkte	6 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Inhalte des Masterstudiengangs
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	50 CP erworben
Lernziele / Kompetenzen	<p><i>Allgemein:</i> Darstellung und Zusammenfassung der im Studium erworbenen Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen.</p> <p><i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, ihre Kenntnisse in einen größeren Zusammenhang zu stellen • können ihr Wissen vernetzen und fachübergreifend nutzen • sind fähig, ihr Wissen darzustellen

	<ul style="list-style-type: none"> • können ein Projekt und die erzielten Ergebnisse in einer Präsentation darstellen
Inhalt	Vortrag und mündliche Prüfung
Studien- und Prüfungsleistungen	Die Fähigkeiten der Studierenden werden anhand eines Vortrags (20Min.) und einer anschließenden mündlichen Prüfung (20 Min.) bewertet.
Medienformen	
Literatur	Fachliteratur je nach Thematik