

**Master Elektrotechnik und Informationstechnik PO1**  
**Modulhandbuch**

Version: 1.5.2026-05-15-18-28-49.7a67816f

Die neueste Version dieses Modulhandbuchs ist verfügbar unter:

<https://f07-studieninfo.web.th-koeln.de/mhb/current/de/MaET2024.html>

# 1. Studiengangsbeschreibung

Der Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik mit dem Abschluss Master of Science ist ein dreisemestriger Studiengang, der konsekutiv auf dem Bachelorstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik aufbaut. Er befähigt die Studierenden zu eigenständigem wissenschaftlichen Arbeiten im Bereich Elektrotechnik und Informationstechnik. Aufbauend auf praxisorientierten Studienprofilierungen ermöglicht der Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik eine wissenschaftlich fundierte Ausweitung der Grundlagenkenntnisse sowie eine fachliche Spezialisierung.

## Ausrichtung des Studiengangs

Ein wichtiges erstes Ziel des Masterstudiengangs ist die Festigung und Vertiefung der im Bachelorstudiengang erworbenen Grundlagenkenntnisse. In einem weiteren Schritt findet eine spezifische Vertiefung in einer der drei wichtigen Schlüsseldisziplinen Automatisierungstechnik, Elektrische Energietechnik sowie Optische Technologien statt. Darüber hinaus soll den Studierenden vermittelt werden, wie komplexe, technische Abläufe und Systeme sowie deren wirtschaftliche Bedeutung zusammenfassend dargestellt, beurteilt und präsentiert werden können. Dies erfolgt auch in englischer Sprache. Die Qualitätssicherung des Studiengangs erfolgt durch die Ständige Kommission für Lehre, Studium und Studienreform der TH Köln.

## Berufsfelder

Die Absolvent\*innen verfügen über Qualifikationen, die ihnen ein breites Spektrum an Betätigungsmöglichkeiten eröffnen. Hard- und / oder softwarebetonte Tätigkeitsfelder liegen ohne Anspruch auf Vollständigkeit zum Beispiel

- im (Elektro-)Automobilbau,
- in der Medizintechnik und Biotechnologie,
- in der gesamten Konsumgüterindustrie,
- in der Produktion,
- in der chemischen Industrie,
- im Bereich der öffentlichen Versorgung und Infrastruktur,
- im Bereich der Energieerzeugung, -verteilung und -versorgung,
- im Umweltschutz,
- sowie in den Bereichen der Informations- und Kommunikationstechnologien.

Sie sind befähigt, eigenständige wissenschaftliche Beiträge in ihrem Fachgebiet zu leisten und Sie können sich selbstständig in neue Fachgebiete einarbeiten. Daher sind Sie besonders geeignet für Tätigkeiten in Forschungs- und Entwicklungsabteilungen. Aufgrund Ihrer fundierten umfangreichen Grundlagenkenntnisse kommt auch die Arbeit in interdisziplinären Teams in Frage. Sie sind vorbereitet auf Leitungsfunktionen in der Industrie sowie für Positionen im höheren Dienst öffentlicher Institutionen. Absolvent\*innen mit sehr guten Studienabschlüssen haben gute Aussichten, sich erfolgreich um Promotionsstellen an Technischen Hochschulen oder Universitäten zu bewerben. Die Spezialisierungen Automatisierungstechnik, Elektrische Energietechnik und Optische Technologien eröffnen ein sehr breites Spektrum an Berufsfeldern nicht nur in der elektrotechnischen Industrie. Studienvoraussetzungen Voraussetzung für die Aufnahme des Studiums ist ein qualifizierter Abschluss in einem Studium der Elektrotechnik und Informationstechnik mit dem Abschluss Bachelor of Engineering oder Bachelor of Science. Zum Nachweis der Qualifikation sollte in der Regel der qualifizierte erste Studienabschluss im Umfang von 210 ECTSLeistungspunkten mit der Gesamtnote 2,5 oder besser vorliegen (Näheres regelt die Prüfungs- und Einschreibeordnung). Studieninteressierte mit einem Bachelorabschluss in einer verwandten Fachrichtung können sich ebenfalls bewerben und erhalten ggf. eine Zulassung mit Auflagen.

## Studienvoraussetzungen

Voraussetzung für die Aufnahme des Studiums ist ein qualifizierter Abschluss in einem Studium der Elektrotechnik und Informationstechnik mit dem Abschluss Bachelor of Engineering oder Bachelor of Science. Zum Nachweis der Qualifikation sollte in der Regel der qualifizierte erste Studienabschluss im Umfang von 210 ECTS-Leistungspunkten mit der Gesamtnote 2,5 oder besser vorliegen (Näheres regelt die Prüfungs- und Einschreibeordnung). Studieninteressierte mit einem Bachelorabschluss in einer verwandten Fachrichtung können sich ebenfalls bewerben und erhalten ggf. eine Zulassung mit Auflagen.

## Studienverlauf

Das Studium ist modular aufgebaut, die Module und Lehrveranstaltungen sind nach dem European Credit Transfer System (ECTS) bewertet. Dies erleichtert den internationalen Studierendenaustausch. Der Studiengang sieht einen Umfang von insgesamt 90 ECTS Punkten vor. Entsprechend den Zielen des Masterstudienganges Elektrotechnik und Informationstechnik erfolgt eine stufenförmige Wissensvermittlung in vier Blöcken, die jeweils mehrere Module umfassen: – Grundlagen (drei Pflichtmodule) – Fachliche Profilierung durch drei Module in entweder Automatisierungstechnik, Elektrische Energietechnik oder Optische Technologien – drei weitere Wahlfächer – Arbeiten im Projektkontext: Dazu zählen Tätigkeiten in einer Projektleitung, das Forschungsseminar mit dem Element des fachlichen Diskurses und schließlich die Masterarbeit mit Kolloquium

## 2. AbsolventInnenprofil

AbsolventInnen des Studiengangs M. Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik sind in der Lage, anspruchsvolle, interdisziplinäre Herausforderungen in Forschung, Entwicklung und Führung eigenständig zu bewältigen. Sie entwerfen, bewerten und realisieren komplexe technische Systeme auf wissenschaftlichem Niveau. Aufbauend auf den Grundlagen des Bachelorstudiums erweitern und vertiefen sie ihre Kompetenzen durch forschungs- und projektorientiertes Arbeiten in den Schwerpunkten Automatisierungstechnik, Elektrische Energietechnik oder Optische Technologien. Damit sind sie hervorragend qualifiziert für leitende Funktionen in Industrie, Forschung und öffentlicher Infrastruktur sowie für eine Promotion.

Ziel des M. Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik ist es, auf dem breiten ingenieurwissenschaftlichen Fundament des Bachelorstudiums aufzubauen und dieses durch wissenschaftlich fundierte Vertiefung, eigenständige Forschung sowie überfachliche Kompetenzen systematisch zu erweitern.

Im Unterschied zum Bachelorstudiengang, der auf eine anwendungsorientierte Grundlagenausbildung fokussiert, liegt im Masterstudiengang der Schwerpunkt auf dem forschungsbasierten Entwurf, der Bewertung und dem nachhaltigen Management komplexer, technischer Systeme. Die AbsolventInnen arbeiten interdisziplinär, systemisch und reflektiert – sowohl in der Tiefe des Fachgebiets als auch in angrenzenden wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Kontexten.

Im Rahmen des Studiengangs entwickeln die AbsolventInnen ein individuelles Profil in folgenden Bereichen:

- Sie sind befähigt, technische Systeme unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu entwerfen, zu simulieren und in ihrer Gesamtheit – unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer und ethischer Aspekte – zu bewerten.
- Sie können interdisziplinäre Forschungs- und Entwicklungsprojekte planen, leiten und durchführen, insbesondere in komplexen Themenfeldern wie autonomer Steuerung, nachhaltiger Energieversorgung oder optischen Hightech-Systemen.
- Sie verfügen über fundierte Kompetenzen im wissenschaftlichen Arbeiten – einschließlich Literaturarbeit, Methodenanwendung, Hypothesenbildung und kritischer Ergebnisdarstellung – und sind dadurch bestens vorbereitet auf eine Promotion.
- Sie beherrschen moderne Werkzeuge der Modellierung, Simulation, Qualitätssicherung und des Projektmanagements und wenden diese zielgerichtet in innovativen Entwicklungsumgebungen an.
- Die AbsolventInnen übernehmen Verantwortung in fachlichen Führungsrollen und gestalten aktiv technische und gesellschaftliche Transformationsprozesse mit – etwa im Energiesektor, der Mobilität oder der Medizintechnik.
- Sie agieren sicher im internationalen Umfeld und können technische Inhalte adressatengerecht in deutscher und englischer Sprache kommunizieren.
- Die Spezialisierung in einem der Schwerpunkte Automatisierungstechnik, Elektrische Energietechnik oder Optische Technologien erlaubt eine zielgerichtete Vertiefung, die sich in vielfältige Berufsfelder transferieren lässt – von Forschung & Entwicklung bis zu strategischem Technologiemanagement.

### 3. Handlungsfelder

Zentrale Handlungsfelder im Studium sind Entwicklung und Design, Forschung und Innovation, Leitung und Management sowie Qualitätssicherung und Tests. Die Profil-Modulmatrix stellt dar, welche Handlungsfelder durch welche Module adressiert werden.

#### **Entwicklung und Design**

Interdisziplinäre Entwicklung und Testung von Algorithmen, Schaltungen, Software, Geräten, kommunikationstechnischen und medientechnologischen Systemen sowie komplexen Rechner-, Kommunikations- und Eingebetteten Systemen.

#### **Forschung und Innovation**

Wissenschaftliche Forschungsarbeit leisten und wissenschaftliche Erkenntnisse anwenden sowie erweitern, von der Grundlagenforschung bis hin zur Industrieforschung, mit der Qualifikation für ein Promotionsstudium.

#### **Leitung und Management**

Fachliche Führungs- und Projektverantwortung übernehmen, einschließlich der Koordination und Leitung von Arbeitsgruppen und international verteilt arbeitender Teams, sowie das Management von Planungs- und Fertigungsprozessen, Projektcontrolling und Produktmanagement.

#### **Qualitätssicherung und Tests**

Durchführung von Qualitätskontrollen und Tests für Produkte und Prozesse, Einsatz von Mess- und Prüftechnologien sowie Koordination von Zertifizierungsprozessen.

## 4. Kompetenzen

Die Module des Studiengangs bilden Studierende in unterschiedlichen Kompetenzen aus, die im Folgenden beschrieben werden. Die Profil-Modulmatrix stellt dar, welche Kompetenzen durch welche Module adressiert werden.

### **Entwicklung und Konzeption komplexer Systeme**

Fähigkeit, große Systeme unter Einbeziehung von elektrotechnischen, softwaretechnischen, mechanischen und optischen Aspekten zu entwerfen und umzusetzen, basierend auf einer gründlichen Anforderungsanalyse unter technischen, ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Gesichtspunkten.

### **Prüfung und Bewertung komplexer Systeme**

Planung, Durchführung und Analyse von Tests zur Verifikation und Validierung dieser Systeme, einschließlich der Berücksichtigung von Benutzerperspektiven und technisch-wirtschaftlichen Aspekten.

### **Wissenschaftliches Arbeiten und Forschung**

Beherrschung und Anwendung wissenschaftlicher Methoden, inklusive der Fähigkeit, relevante Literatur zu recherchieren, zu bewerten und zu zitieren, sowie Ergebnisse zu formulieren und zu präsentieren.

### **Projektmanagement und Teamarbeit**

Fähigkeiten in der Organisation, Leitung und Überwachung von Projekten und Teams, auch unter unsicheren Bedingungen, sowie im Treffen von fachlichen und organisatorischen Entscheidungen.

### **Selbstorganisation und autodidaktische Fähigkeiten**

Identifizierung persönlicher Fähigkeiten, effizientes Zeitmanagement und die Fähigkeit zum selbstgesteuerten Lernen.

### **Kommunikation und interkulturelle Kompetenz**

Fähigkeit, wissenschaftliche und technische Ergebnisse überzeugend sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache darzustellen und zu verteidigen, unter Einbeziehung internationaler und interdisziplinärer Kontexte.

### **Technische und naturwissenschaftliche Grundlagen**

Umfassendes und vertieftes MINT-Fachwissen und dessen Anwendung auf reale und theoretische Probleme.

### **Nachhaltigkeit und gesellschaftliche Verantwortung**

Bewertung und Entwicklung nachhaltiger und gesellschaftlich verantwortlicher Technologien, einschließlich der Berücksichtigung ethischer Werte.

### **Analyse, Simulation und Abstraktion**

Fähigkeit, komplexe Systeme zu analysieren, wesentliche Merkmale zu abstrahieren und Probleme modellbasiert zu lösen.

### **Führungs- und Entscheidungsverantwortung**

Übernehmen von Verantwortung in fachlichen Führungsaufgaben, Entwicklung von Lösungsstrategien für komplexe Aufgabenstellungen.

### **Anwendung ethischer Werte und Prinzipien in der Praxis**

Einschließen gesellschaftlicher und ethischer Überlegungen in technische Entscheidungen und Designprozesse.

### **Integratives Denken und Handeln in interdisziplinären Teams**

Koordination und Integration von Beiträgen verschiedener Fachgebiete zur Lösung komplexer Aufgaben.

### **Innovation und Kreativität**

Entwickeln neuer Lösungen und Konzepte bei der Bewältigung technischer Herausforderungen.

## 5. Studienverlaufspläne

Im Folgenden sind studierbare Studienverlaufspläne dargestellt. Andere Studienverläufe sind ebenso möglich. Beachten Sie bei Ihrer Planung dabei jedoch, dass jedes Modul in der Regel nur einmal im Jahr angeboten wird. Beachten Sie auch, dass in einem bestimmten Semester und Wahlbereich ggf. mehrer Module gewählt werden müssen, um die dargestellte Summe an ECTS-Kreditpunkten zu erlangen.

### 5.1 Studienverlaufsplan

Sem.	Kürzel	Bezeichnung	Wahlbereich (WB) Pflicht (PF)	ECTS
1	HIM	Advanced Mathematics	PF	5
	PLET	Projektleitung	PF	5
	BTH	Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln	WB	5
	SV	Studienschwerpunktmodule	WB	10
	WM	Allgemeiner Wahlmodulbereich	WB	5
2	FS	Forschungsseminar	PF	10
	SIM	Simulation in der Ingenieurwissenschaft	PF	5
	TED	Theoretische Elektrodynamik	PF	5
	SV	Studienschwerpunktmodule	WB	5
	WM	Allgemeiner Wahlmodulbereich	WB	5
3	KOLL	Kolloquium zur Masterarbeit	PF	3
	MAA	Masterarbeit	PF	27

## 5.2 Alternativer Studienverlaufsplan

Sem.	Kürzel	Bezeichnung	Wahlbereich (WB) Pflicht (PF)	ECTS
1	SV	Studienschwerpunktmodule	WB	5
	WM	Allgemeiner Wahlmodulbereich	WB	5
	TED	Theoretische Elektrodynamik	PF	5
2	SV	Studienschwerpunktmodule	WB	5
	HIM	Advanced Mathematics	PF	5
	WM	Allgemeiner Wahlmodulbereich	WB	5
3	FS	Forschungsseminar	PF	10
	SIM	Simulation in der Ingenieurwissenschaft	PF	5
4	PLET	Projektleitung	PF	5
	BTH	Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln	WB	5
	SV	Studienschwerpunktmodule	WB	5
5	KOLL	Kolloquium zur Masterarbeit	PF	3
	MAA	Masterarbeit	PF	27

## 6. Module

Im Folgenden werden die Module des Studiengangs in alphabetischer Reihenfolge beschrieben. Hat die für das Modul anerkannte Lehrveranstaltung ein abweichendes Kürzel, wird dieses abweichende Kürzel in Klammern hinter dem Modulkürzel angegeben.

### 6.1 Modulübersicht

Modul- kürzel	Modulbezeichnung	Turnus	ECTS	Lehrende	
ACC	Advanced Channel Coding	S	5	Dettmar	
BSN	Fundamentals of System and Network Theory	S+W	5	Kronberger u.w.	
CSO	Computersimulation in der Optik	W	5	Weigand	OT
DLO	Deep Learning und Objekterkennung	S	5	Salmen	
DMC	Digital Motion Control	S	5	Krah	AU
DSP	Digital Signal Processing	W	5	Elders-Boll	
EBA	Elektrische Bahnen	W	5	Evers	
EFA	Elektrische Fahrzeugantriebe	S	5	Lohner	
EMM	Energiemanagement in Energieverbundsystemen	W	5	Stadler	ET
ERMK (GER)	Entrepreneurship, Gewerblicher Rechtsschutz, Market Knowledge	S+W	5	Ladrière	
ESD	Embedded Systems Design	S	5	Cremer	
FS	Forschungsseminar	S+W	10	alle	
GC	Grid-Following and Grid-Forming Converters	W	5	Dick	AU
HIM	Advanced Mathematics	S+W	5	Knospe u.w.	
HSUT	Hochspannungsübertragungstechnik	S	5	Humpert	ET
IBD	InnoBioDiv	S+W	5	Dettmar	
ITF	IT-Forensik	W	5	Bornemann	
KOLL (MAKOLL)	Kolloquium zur Abschlussarbeit	S+W	3	alle	
LCSS	Large and Cloud-based Software-Systems	S	5	Wörzberger	
LSPW	Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen	W	5	Dick	
MAA	Masterarbeit	S+W	27	alle	
MARA	Reflexion Auslandssemester	S+W	6	alle	
MLWR	Maschinelles Lernen und wissenschaftliches Rechnen	S	5	Rhein	
NGN	Next Generation Networks	S	5	Grebe	
NLO	Nichtlineare Optik	S	5	Oberheide	OT
OSA	Optische Spektroskopie und Anwendungen	S	5	Gartz	
PLET	Projektleitung	W	5	Utz u.w.	
QEK (SEKM)	Qualitätsgesteuerter Entwurf komplexer Softwaresysteme	W	5	Kreiser	AU

Modul- kürzel	Modulbezeichnung	Turnus	ECTS	Lehrende	
QM	Quantenmechanik	W	5	Oberheide	OT
RFSD	RF System Design	W	5	Kronberger	
RM	Rastermikroskopie	W	5	Altmeyer	
SIM (FEM)	Simulation in der Ingenieurwissenschaft	S	5	Evers	
SNEE	Stromnetze für erneuerbare Energien	S	5	Waffenschmidt	ET
SYE	Systemtechnik für Energieeffizienz	W	5	May	ET
TED	Theoretische Elektrodynamik	S	5	Weigand	
VAE	Virtual Acoustic Environments	W	5	Pörschmann	
ZR	Zustandsregelung	S+W	5	Bennerscheid	AU

## 6.2 ACC - Advanced Channel Coding

<b>Modulkürzel</b>	ACC
<b>Modulbezeichnung</b>	Advanced Channel Coding
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	ACC - Advanced Channel Coding
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	englisch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Sommersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Uwe Dettmar
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Uwe Dettmar (Professor Fakultät IME)

### Learning Outcome(s)

What? Designing and rating of systems for the reliable transmission of data over distorted channels and storage of data for data at rest and data in motion

How? By applying results from information theory and applying methods and algorithms for error correcting codes using existing simulations tools, self written programmes, and studying existing systems.

What for? To be able to design, select, use and apply actual and future digital communication systems for reliable data transmission, and to rate their performance.



<b>Präsenzzeit</b>	45 Stunden $\hat{=}$ 4 SWS
<b>Selbststudium</b>	105 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modul HIM: Grundkenntnisse zur linearen Algebra, der Algebra in endlichen Zahlkörpern, der Stochastik und der digitalen Kommunikationstechnik aus den vorangegangenen Bachelorstudiengängen. Da das Fach im ersten Fachsemester des Masters gewählt werden kann, können keine belastbaren Kenntnisse aus dem Fach HIM verpflichtend vorausgesetzt werden, auch wenn sie hilfreich wären.</li> <li>▪ - Grundwissen Lineare Algebra</li> <li>▪ - Grundwissen Stochastik</li> <li>▪ - Gute Programmierkenntnisse</li> </ul>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 2 Praktikumstermine und 1 Präsentation</li> <li>▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Praktikum</li> </ul>
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ R. E. Blahut. Algebraic Codes for Data Transmission. Cambridge University Press, Cambridge, 2003.</li> <li>▪ S. Lin and D. J. Costello. Error Control Coding. ISBN 0-13-042672-5. Prentice-Hall, 2004</li> <li>▪ T. M. Cover and J. A. Thomas. Elements of Information Theory. Wiley, New Jersey, 2006</li> <li>▪ A. Neubauer. Kanalcodierung. Schlembach, Wilburgstetten, 2006.</li> <li>▪ R. Roth. Introduction to Coding Theory. Cambridge, second edition, 2006</li> <li>▪ B. Sklar. Digital Communications. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, New Jersey, 2001</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebiger Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ACC in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ ACC in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ ACC in Master Technische Informatik PO3</li> <li>▪ ACC in Master Informatik und Systems-Engineering PO1</li> </ul>
<b>Perma-Links zur Organisation</b>	<a href="#">ILU course page</a>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	10.12.2025, 14:30:01

### 6.3 BSN - Basics on Systems and Networks

---

<b>Modulkürzel</b>	BSN
<b>Modulbezeichnung</b>	Basics on Systems and Networks
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	BSN - Basics on Systems and Networks
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	englisch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Rainer Kronberger
<b>Dozierende*r</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Prof. Dr. Rainer Kronberger (Professor Fakultät IME)</li> <li>▪ Prof. Dr. Harald Elders-Boll (Professor Fakultät IME)</li> <li>▪ Prof. Dr. Uwe Dettmar (Professor Fakultät IME)</li></ul>

---

#### Learning Outcome(s)

Students learn the basics of communication systems and networks, by means of lectures, tutorials, exercises and practical laboratory experiments, so that they can later develop, design, analyze, measure and set up communication technology components, systems and networks.

---

**Modulinhalte**

**Vorlesung**

- | Introduction to Digital Communication Systems and Networks
- | Review of the Basics: Signals and Systems
- | Review of the Basics: Probability Theory
- | Representation of Bandpass Signals and Systems
- | Signals, Noise, Electromagnetic Waves
- | Wave Propagation
- | Communication Components: Receiver and Transmitter
- | Antennas
- | Source Coding and Quantization
- | Channel Coding and Cryptography
- | Modulation
- | OFDM
- | Radio Standards and Mobile Communication Systems and Networks

**Übungen / Praktikum**

- | Lab: Binary NRZ, IQ-Modulation and Demodulation
- | Lab: Channel Coding and QPSK Modulation
- | Lab: RF Signals

**Lehr- und Lernmethoden**                   ▪ Vorlesung  
   ▪ Übungen / Praktikum

**Prüfungsformen mit Gewichtung**           ▪ begleitend: (Zwischen-)Testat [unbenotet] und  
   ▪ abschließend: (elektronische) Klausur oder mündliche Prüfung [100%]

**Workload**                               150 Stunden

**Präsenzzeit**                           45 Stunden  $\hat{=}$  4 SWS

**Selbststudium**                       105 Stunden

**Empfohlene Voraussetzungen**       Bachelorstudium der Nachrichtentechnik, Elektrotechnik , Informationstechnik

**Zwingende Voraussetzungen**       ▪ Übungen / Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 3 Testattermine  
   ▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Übungen / Praktikum

**Kapazitätsbeschränkte Zulassung**   nein

**Empfohlene Literatur**               ▪ Tolga M. Duman, Fundamentals of Digital Communication Systems, Cambridge University Press, 2025  
   ▪ John Proakis and Masoud Salehi. Digital Communications. 5th. McGraw-Hill, 2007  
   ▪ Michael Rice. Digital Communications: A Discrete-Time Approach. Pearson Prentice Hall, 2009.  
   ▪ James Kurose and Keith Ross. Computer Networking A Top Down Approach. 7th ed. Pearson, 2016.  
   ▪ Andrew S. Tanenbaum, Nick Feamster, and David J. Wetherall. Computer Networks. 6th ed. Pearson, 2021.  
   ▪ Ha H. Nguyen and Ed Shwedyk. A First Course in Digital Communications. Cambridge University Press, 2009.  
   ▪ Upamanyu Madhow. Fundamentals of Digital Communication. Cambridge University Press, 2008.

**Enthalten in Wahlbereich**                    ▪ BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln  
   ▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

---

**Enthalten in  
Studienschwerpunkt**

---

**Verwendung des  
Moduls in  
weiteren Studiengängen**

- BSN in Master Communication Systems and Networks PO3
- BSN in Master Communication Systems and Networks PO4

---

**Perma-Links zur  
Organisation**

[Link for the learning platform](#)

---

**Besonderheiten und  
Hinweise**

---

**Letzte Aktualisierung** 21.9.2025, 19:12:28

## 6.4 CSO - Computersimulation in der Optik

<b>Modulkürzel</b>	CSO
<b>Modulbezeichnung</b>	Computersimulation in der Optik
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	CSO - Computersimulation in der Optik
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch und englisch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Wintersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Holger Weigand
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Holger Weigand (Professor Fakultät IME)

### Learning Outcome(s)

Kompetenz zum Aufbau, zur Analyse, zur Optimierung und Auslegung beleuchtungsoptischer Systeme unter Zuhilfenahme von Software basierend auf nicht-sequentiellm Raytrace.

Kompetenz für Software-Entwicklung im Umfeld der Computersimulation (Makro-Programmierung mit Skript-Sprachen, z.B. zum Steuern des In- oder Outputs von Simulationen).

Kompetenz zum Erwerb vertiefter Fertigkeiten im Bereich nicht-sequentieller Raytrace-Simulation durch eigenständiges Durcharbeiten von Literatur und Software-Dokumentation, sowie der Einbeziehung des technischen Supports der Software zu einer speziellen Thematik.

### Modulinhalte

#### *Vorlesung / Übungen*

Kenntnisse: Modellierung der nicht-abbildenden Optik; Zusammenhang von abbildender und nicht-abbildender Optik; Modellierung lichtstrom-spezifischer Bewertungsgrößen; Grundbegriffe der Lichtstromsimulation; Grundlagen der nicht-sequenziellen Raytrace-Simulation; Grundbegriffe der Skript-Programmierung

Fertigkeiten: Nicht-sequenzieller Aufbau beleuchtungsoptischer Systeme; Analyse beleuchtungsoptischer Systeme; Tolerierung beleuchtungsoptischer Systeme; Optimierung beleuchtungsoptischer Systeme

#### *Praktikum*

Selbständige Erarbeitung / Programmierung von Simulationsskripten, Steuer- und Auswerte-Skripten unter Zuhilfenahme von englischsprachiger Software-Dokumentation; Erfolgreicher Einsatz von Raytrace-Simulationssoftware zum Design von nicht-abbildenden Optiken aufgrund realer Spezifikationen; Erfolgreicher Einsatz von selbständig entwickelten SW-Tools zur Erweiterung von kommerzieller Simulationssoftware am Beispiel von nicht-abbildenden Optiken;

#### *Projekt*

Der Leistungsnachweis basiert auf einem Softwareprojekt. Die entsprechende Projektarbeit wird in der Präsenz des Praktikums begonnen und betreut. Zusätzlich erfolgt außerhalb der Präsenz eine Betreuung der Projektarbeit, ähnlich der Betreuung von Abschlussarbeiten. Für die erfolgreiche Realisierung des Softwareprojektes sind grundlegende Kenntnisse der verwendeten Simulationssoftware erforderlich. Weiter muss die Modellierung von realen optischen Systemen im Rahmen der verwendeten Software verstanden sein.

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung / Übungen</li> <li>▪ Praktikum</li> <li>▪ Projekt</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: (Zwischen-)Testat [unbenotet] und</li> <li>▪ abschließend: Projektarbeit [100%]</li> </ul>
<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	57 Stunden $\triangleq$ 5 SWS
<b>Selbststudium</b>	93 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Geometrische Optik / Wellenoptik; Strahlungsphysik / Photometrie; Optik-Design; Programmiererfahrung; Technisches Englisch
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Vorlesung / Übungen</li> <li>▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Praktikum</li> </ul>
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ W. T. Welford, R. Winston: High Collection Nonimaging Optics, Academic Press, 1989; G. Kloos: Entwurf und Auslegung optischer Reflektoren, Expert, 2007; Deutsche und US-Amerikanische Patentschriften; Datenblätter optischer und opto-elektronischer Komponenten; MIT Scheme Reference, Edition 1.62, 1996 (<a href="https://groups.csail.mit.edu/mac/ftpd/ftpdir/scheme-7.4/doc-html/scheme_toc.html">https://groups.csail.mit.edu/mac/ftpd/ftpdir/scheme-7.4/doc-html/scheme_toc.html</a>); H. Ramchandran, A. S. Nair: Scilab (a Free Software to Matlab), S. Chand, 2012; F. Thuselt, F. P. Gennrich: Praktische Mathematik mit MATLAB, Scilab und Octave, Springer 2013; T. Sheth: SCILAB: A Practical Introduction to Programming and Problem Solving, CreateSpace, 2016; C. Gomez: Engineering and Scientific Computing with Scilab, Birkhäuser, 1999;</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ SV - Studienschwerpunktmodule</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	OT - Optische Technologien
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ CSO in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ CSO in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ CSO in Master Elektrotechnik PO3</li> <li>▪ CSO in Master Medientechnologie PO3</li> <li>▪ CSO in Master Technische Informatik PO3</li> <li>▪ CSO in Master Informatik und Systems-Engineering PO1</li> </ul>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	5.9.2025, 17:36:59

## 6.5 DLO - Deep Learning und Objekterkennung

<b>Modulkürzel</b>	DLO
<b>Modulbezeichnung</b>	Deep Learning und Objekterkennung
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	DLO - Deep Learning und Objekterkennung
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch, englisch bei Bedarf
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Sommersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Jan Salmen
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Jan Salmen (Professor Fakultät IME)

### Learning Outcome(s)

Die Teilnehmer\*innen können selbständig entscheiden, in welchen Situationen sich der Einsatz von Verfahren aus dem Bereich Deep Learning anbietet. Sie können eine entsprechende Lösung entwerfen, iterativ verbessern und praktisch umsetzen. Mögliche Probleme auf dem Weg dahin (z.B. beim Erstellen eines Datensatzes oder beim Training) können sie qualifiziert analysieren und passende Ideen zur Bewältigung entwickeln. Da sie einen guten Überblick über die langjährigen Entwicklungen in Forschung und Technik haben, können sie qualifiziert auf aktuelle Herausforderungen und offene Fragen im Zusammenhang mit Deep Learning schauen. Die Studierenden werden so in die Lage versetzt, sich sowohl im weiteren Studienverlauf als auch im Berufsleben kompetent mit Ansätzen zu beschäftigen, die auf Deep Learning beruhen.

### Modulinhalte

#### Vorlesung

Es passiert selten, dass eine Entwicklung so große und weitreichende Auswirkungen hat, wie jüngst das Deep Learning. Betroffen von diesem rasanten Fortschritt sind viele Teilbereiche der Informatik, darunter Bildverarbeitung und hier insbesondere Objekterkennung.

Im Kurs "Deep Learning und Objekterkennung" können die Studierenden lernen, wie künstliche neuronale Netze heute eingesetzt werden, um vielfältige praxisrelevante Aufgaben zu lösen. Dabei lernen sie typische Probleme und Herausforderungen beim Training der tiefen Netze kennen, etwa Überanpassung an Trainingsdaten oder Herausforderungen durch unzureichende Trainingsdaten. Es werden aktuelle Ansätze vorgestellt, die es erlauben, viele solcher Herausforderungen zu meistern und trotzdem zuverlässige Lösungen zu finden.

Die Studierenden lernen schließlich spezielle neuronale Netze kennen, etwa Faltungsnetzwerke, rekurrente Netze, GANs, Autoencoder, usw.

#### Praktikum

Künstliche Neuronale Netze trainieren

Evaluation der Leistung von künstlichen neuronalen Netzen

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung</li> <li>▪ Praktikum</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: Übungspraktikum [unbenotet] und</li> <li>▪ abschließend: (elektronische) Klausur oder mündliche Prüfung oder Schriftliche Prüfung im Antwortwahlverfahren [100%]</li> </ul>

<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	34 Stunden $\hat{=}$ 3 SWS
<b>Selbststudium</b>	116 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 4 Termine
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ I. Goodfellow, Y. Bengio und A. Courville. Deep Learning. MIT Press, 2016</li> <li>▪ C. C. Aggarwal. Neural Networks and Deep Learning: A Textbook. Springer, 2018</li> <li>▪ C. Bishop und H. Bishop. Deep Learning: Foundations and Concepts. Springer, 2024</li> <li>▪ D. V. Godoy. Deep Learning with PyTorch Step-by-Step: A Beginner's Guide. Fundamentals. 2022</li> <li>▪ D. V. Godoy. Deep Learning with PyTorch Step-by-Step: A Beginner's Guide. Computer Vision. 2022</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ DLO in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ DLO in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ DLO in Master Elektrotechnik PO3</li> <li>▪ DLO in Master Medientechnologie PO3</li> <li>▪ DLO in Master Medientechnologie PO4</li> <li>▪ DLO in Master Technische Informatik PO3</li> <li>▪ DLO in Master Informatik und Systems-Engineering PO1</li> </ul>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	24.12.2025, 09:23:09

## 6.6 DMC - Digital Motion Control

<b>Modulkürzel</b>	DMC
<b>Modulbezeichnung</b>	Digital Motion Control
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	DMC - Digital Motion Control
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Sommersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Jens Onno Krah
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Jens Onno Krah (Professor Fakultät IME)

### Learning Outcome(s)

- Servomotoren kennenlernen und betreiben
- Servoumrichter kennenlernen und verwenden
- Digitale Regelalgorithmen nutzen
- Prozessidentifikation und Parameterestimation
- Auslegung von Antriebssystemen

### Modulinhalte

#### *Vorlesung / Übungen*

- Aufbau von Servomotoren
- Aufbau von Servoumrichtern
- Digitale Regelalgorithmen
- Prozessidentifikation
- Auslegung von Antriebssystemen

#### *Praktikum*

- Direct Digital Control
- Quasi-Stetige Regelung
- Prädiktor / Beobachter
- Parametrierung einer Regelung
- Auswertung von Bode Diagrammen
- Handlungskompetenz demonstrieren
- Inbetriebnahme eines Servoreglers
- Minimierung von Schleppfehlern

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung / Übungen</li> <li>▪ Praktikum</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: Praktikumsbericht [unbenotet] und</li> <li>▪ abschließend: (elektronische) Klausur oder mündliche Prüfung [100%]</li> </ul>
<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	45 Stunden $\hat{=}$ 4 SWS

<b>Selbststudium</b>	105 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	RT, DSS
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 3 Termine
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Krah, Jens Onno, Vorlesungsskript MC</li> <li>▪ Krah, Jens Onno: Vorlesungsskript RT (Download)</li> <li>▪ Handbuch ServoStar 300: <a href="http://www.danahermotion.net">www.danahermotion.net</a></li> <li>▪ Schultz, G.: Regelungstechnik, Oldenbourg Verlag, München-Wien</li> <li>▪ Lutz, Wendt: Taschenbuch der Regelungstechnik, Verlag Harri Deutsch</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ SV - Studienschwerpunktmodule</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	AU - Automatisierungstechnik
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ DMC in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ DMC in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ DMC in Master Elektrotechnik PO3</li> <li>▪ DMC in Master Technische Informatik PO3</li> <li>▪ DMC in Master Informatik und Systems-Engineering PO1</li> </ul>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	19.7.2025, 14:32:16

## 6.7 DSP - Digital Signal Processing

<b>Modulkürzel</b>	DSP
<b>Modulbezeichnung</b>	Digital Signal Processing
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	DSP - Digital Signal Processing
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	englisch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Wintersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Harald Elders-Boll
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Harald Elders-Boll (Professor Fakultät IME)

### Learning Outcome(s)

Design, analyse and implement DSP systems in soft and hardware considering computational complexity and hardware resource limitation, by a thorough understanding of the theoretical concepts, especially frequency domain analysis, and practical implementation of DSP systems in software using Python and on microprocessors, to be able to design, select, use and apply actual and future DSP systems for various signal processing application in commercial products.

### Modulinhalte

#### *Vorlesung / Übungen*

Signals, Systems and Digital Signal Processing

Discrete-Time Linear Time-Invariant Systems

Ideal Sampling and Reconstruction

Fourier-Transform of Discrete-Time Signals

Discrete Fourier-Transform

Random Signals

Advanced Sampling Techniques

Students understand the fundamentals of discrete-time signals and systems

Students can analyse the frequency content of a given signal using the appropriate Fourier-Transform and methods for spectrum estimation

Students can calculate the output signal via convolution and determine the frequency response of a given system

Students can implement discrete-time LTI systems in software

#### *Praktikum*

Review of Probability and Random Variables: Moments, Averages and Distribution Functions

Analysis of Random Signals: Ensemble Averages, Correlation Functions, Power Spectral Density, Random Signals and LTI Systems

Introduction to Advanced Open-Source DSP Software Tools

Applying DSP algorithms in DSP Software for Wireless Communications or Wireless Sensing Applications

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung / Übungen</li> <li>▪ Praktikum</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: (Zwischen-)Testat [unbenotet] und</li> <li>▪ abschließend: mündliche Prüfung [100%]</li> </ul>
<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	45 Stunden $\hat{=}$ 4 SWS
<b>Selbststudium</b>	105 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	<p>No formal requirements, but students will be expected to be familiar with:</p> <p>Basic Knowledge of Signals and Systems: Continuous-Time LTI-Systems and Convolution, Fourier-Transform</p> <p>Basic Knowledge of Probability and Random Variables</p>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 8 Termine</li> <li>▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Praktikum</li> </ul>
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ John G. Proakis and Dimitris K. Manolakis. Digital Signal Processing (4th Edition). Prentice Hall, 2006.</li> <li>▪ Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schaffer. Discrete-Time Signal Processing (3rd Edition). Prentice Hall, 2007.</li> <li>▪ Vinay Ingle and John Proakis. Digital Signal Processing using MATLAB. Cengage Learning Engineering, 2011.</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebiger Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ DSP in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ DSP in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ DSP in Master Medientechnologie PO3</li> <li>▪ DSP in Master Technische Informatik PO3</li> <li>▪ DSP in Master Informatik und Systems-Engineering PO1</li> </ul>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	19.7.2025, 14:32:16

## 6.8 EBA - Elektrische Bahnen

<b>Modulkürzel</b>	EBA
<b>Modulbezeichnung</b>	Elektrische Bahnen
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	EBA - Elektrische Bahnen
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Wintersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Wolfgang Evers
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Wolfgang Evers (Professor Fakultät IME)

### Learning Outcome(s)

Die Studierenden können Systeme der elektrischen Schienenbahnen analysieren und einen interdisziplinären Kontext herstellen, indem sie die für die jeweilige Problemstellung geeigneten Zusammenhänge kombinieren und so zu Lösungen kommen, um später Elektroausrüstungen für Schienenfahrzeuge und Schieneninfrastruktur zu entwickeln, zu projektieren oder zu betreiben.

### Modulinhalte

#### Vorlesung / Übungen

- Bahnfahrzeuge mit Kommutatormotoren
  - \* Gleichstrombahnen
  - \* Wechselstrombahnen
- Bahnfahrzeuge mit Drehstrommotoren
  - \* Asynchronmaschine
  - \* Stromrichter für die Asynchronmaschine
  - \* Synchronmaschine
- Linearantriebe
- Magnetschwebesysteme
  - \* Statisch-anziehendes Schweben
  - \* Dynamisch-abstoßendes Schweben
  - \* Statisch-abstoßendes Schweben
- Ausgeführte und projektierte Magnetschwebezüge
  - \* Transrapid
  - \* MagLev-System
- Diskutieren und Bewerten der Vor- und Nachteile verschiedener Systeme (Stromsysteme, Rad-/Schiene vs. Magnetschweben)
- Einordnen von elektrotechnischen Lösungen in interdisziplinäre Gesamtkonzepte

### Praktikum

Erarbeiten verschiedener Aspekte des Eisenbahnbetriebs mit Hilfe von Computersimulationen

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vorlesung / Übungen</li> <li>■ Praktikum</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ begleitend: Praktikumsbericht [unbenotet] und</li> <li>■ abschließend: mündliche Prüfung [100%]</li> </ul>

<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	45 Stunden $\hat{=}$ 4 SWS
<b>Selbststudium</b>	105 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Grundlagen der Elektrotechnik, Elektronik und Mechanik Grundverständnis für elektrische Maschinen
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 2 Termine</li> <li>▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Praktikum</li> </ul>
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	ja, gemäß bewilligtem Antrag
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zarko Filipovic, Elektrische Bahnen Springer Verlag, 1989, ISBN 3-540-55093-3</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebiger Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ EBA in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ EBA in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ EBA in Master Elektrotechnik PO3</li> </ul>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	22.10.2025, 11:22:18

**6.9 EFA - Elektrische Fahrzeugantriebe**

---

<b>Modulkürzel</b>	EFA
<b>Modulbezeichnung</b>	Elektrische Fahrzeugantriebe
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	EFA - Elektrische Fahrzeugantriebe
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Sommersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Andreas Lohner
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Andreas Lohner (Professor Fakultät IME)

---

**Learning Outcome(s)**

Die Studierenden lernen den Aufbau moderner, elektrischer und hybrider Fahrzeugantriebe kennen und sie erstellen die wesentlichen Steuerungs- und Regelungskonzepte der unterschiedlichen Antriebsmaschinen, indem sie Modelle der Maschinen, der Leistungselektronik und der Regelung mit dem Tool Matlab/Simulink modellieren und simulieren, um für verschiedene Anwendungen spezifische Antriebe auswählen, parametrieren und in Betrieb nehmen zu können und um weiterführend auch neue Regelungsverfahren entwickeln zu können.

---



**Kapazitätsbeschränkte Zulassung**    nein

- Empfohlene Literatur**
- Leonhard, W.: Regelung Elektrischer Antriebe, Springer Verlag
  - Wellenreuter, G.: Automatisieren mit SPS, Vieweg Verlag
  - Böker, J.: Geregelte Drehstromantriebe, Uni Paderborn
  - Gerling, D.: Elektrische Maschinen und Antriebe, B.W.-Uni München

- Enthalten in Wahlbereich**
- BTH - Beliebigen Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln
  - WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

**Enthalten in Studienschwerpunkt**

**Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen**    EFA in Master Elektrotechnik PO3

**Besonderheiten und Hinweise**

**Letzte Aktualisierung**    19.7.2025, 14:32:16

**6.10 EMM - Energiemanagement in Energieverbundsystemen**

<b>Modulkürzel</b>	EMM
<b>Modulbezeichnung</b>	Energiemanagement in Energieverbundsystemen
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	EMM - Energiemanagement in Energieverbundsystemen
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Wintersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Ingo Stadler
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Ingo Stadler (Professor Fakultät IME)

**Learning Outcome(s)**

Die Studierenden analysieren die Mechanismen und Voraussetzungen zur Garantie der Stabilität von elektrischen Verbundsystemen, indem sie die Frequenz- und Spannungsstabilität beeinflussenden Kriterien kennen, um später neue Maßnahmen in einem geänderten, auf erneuerbaren Energien basierenden Energiesystem zur Gewährleistung der Stabilität entwickeln zu können.

Die Studierenden analysieren die Regelmechanismen heutiger Verbundsysteme, indem Sie die Begrifflichkeiten, die Wirkungsweise und die Organisation verschiedener Stufen der Regelleistung und Regelenergie verstehen, um zukünftige Maßnahmen und Alternativen zu deren Bereitstellung einschätzen und selbst entwickeln können.

Die Studierenden kennen Möglichkeiten zur Sektorenkopplung und können deren Einsatz zum Demand Response bewerten, indem Sie Differentialgleichungen zur Lösung von Bilanzproblemen erstellen und lösen können, numerischer Verfahren zur Lösung nicht stationärer Veränderungen in Speichersystemen erstellen und anwenden können, um damit Lösungen in verschiedenen Zeit- und Leistungsbereichen des Demand Response zu beurteilen.

Die Studierenden kennen und sind in der Lage, Technologien der Energiespeicherung in verschiedensten Zeit-, Energie- und Leistungsbereichen zu beurteilen, indem sie die relevanten Charakteristiken und Ökonomien kennen, um deren Einsatz für unterschiedliche Anwendungen beurteilen zu können.

Die Studierenden sind in der Lage, die verschiedensten Möglichkeiten zur Herstellung der Blindleistungsbilanz in Verbundsystemen benennen und zu analysieren, indem sie die Leitungsgleichungen zur Netzanalyse anwenden, um mit verschiedenen Maßnahmen die Spannungsqualität gewährleisten zu können.

**Modulinhalte**

**Vorlesung**

Die Studierenden analysieren die Mechanismen und Voraussetzungen zur Garantie der Stabilität von elektrischen Verbundsystemen, indem sie die Frequenz- und Spannungsstabilität beeinflussenden Kriterien kennen, um später neue Maßnahmen in einem geänderten, auf erneuerbaren Energien basierenden Energiesystem zur Gewährleistung der Stabilität entwickeln zu können.

Die Studierenden analysieren die Regelmechanismen heutiger Verbundsysteme, indem Sie die Begrifflichkeiten, die Wirkungsweise und die Organisation verschiedener Stufen der Regelleistung und Regelenergie verstehen, um zukünftige Maßnahmen und Alternativen zu deren Bereitstellung einschätzen und selbst entwickeln können.

Die Studierenden kennen Möglichkeiten zur Sektorenkopplung und können deren Einsatz zum Demand Response bewerten, indem Sie Differentialgleichungen zur Lösung von Bilanzproblemen erstellen und lösen können, numerischer Verfahren zur Lösung nicht stationärer Veränderungen in Speichersystemen erstellen und anwenden können, um damit Lösungen in verschiedenen Zeit- und Leistungsbereichen des Demand Response zu beurteilen.

Die Studierenden kennen und sind in der Lage, Technologien der Energiespeicherung in verschiedensten Zeit-, Energie- und Leistungsbereichen zu beurteilen, indem sie die relevanten Charakteristiken und Ökonomien kennen, um deren Einsatz für unterschiedliche Anwendungen beurteilen zu können.

Die Studierenden sind in der Lage, die verschiedensten Möglichkeiten zur Herstellung der Blindleistungsbilanz in Verbundsystemen benennen und zu analysieren, indem sie die Leitungsgleichungen zur Netzanalyse anwenden, um mit verschiedenen Maßnahmen die Spannungsqualität gewährleisten zu können.

**Projekt**

Es werden wechselnde aktuelle Projekte bearbeitet.

**Lehr- und Lernmethoden**                   ▪ Vorlesung  
   ▪ Projekt

**Prüfungsformen mit Gewichtung**           ▪ begleitend: Projektarbeit [50%] und  
   ▪ abschließend: (elektronische) Klausur [50%]

**Workload**                           150 Stunden

**Präsenzzeit**                       34 Stunden  $\hat{=}$  3 SWS

**Selbststudium**                   116 Stunden

**Empfohlene Voraussetzungen**   keine

**Zwingende Voraussetzungen**   Projekt erfordert Anwesenheit im Umfang von: 3 Termine

**Kapazitätsbeschränkte Zulassung**   nein

**Empfohlene Literatur**

**Enthalten in Wahlbereich**                   ▪ BTH - Beliebige Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln  
   ▪ SV - Studienschwerpunktmodule  
   ▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

**Enthalten in Studienschwerpunkt**       ET - Elektrische Energietechnik

**Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen**   ▪ EMM in Master Communication Systems and Networks PO3  
   ▪ EMM in Master Communication Systems and Networks PO4  
   ▪ EMM in Master Elektrotechnik PO3

**Besonderheiten und Hinweise**

**Letzte Aktualisierung**       5.1.2026, 08:21:52

**6.11 ERMK (GER) - Entrepreneurship, Gewerblicher Rechtsschutz, Market Knowledge**

<b>Modulkürzel</b>	ERMK
<b>Modulbezeichnung</b>	Entrepreneurship, Gewerblicher Rechtsschutz, Market Knowledge
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	GER - Gewerblicher Rechtsschutz
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Holger Weigand
<b>Dozierende*r</b>	Ladrière
<b>Learning Outcome(s)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>  Befähigung zum unternehmerischen Denken</li> <li>  Einschätzung des Innovationspotentials neuer technischer Entwicklungen</li> <li>  Verständnis der Mechanismen des Marktes im Hinblick auf neue technische Innovationen</li> </ul>	
<b>Modulinhalte</b>	
<b>Vorlesung</b>	
<p>Arten von Schutzrechten, Bedeutung für Unternehmen und Erfinder, Bedeutung von Arbeitnehmererfindungsgesetz und Erfinderpersönlichkeitsrecht, Voraussetzungen für einen Schutz, Laufzeit von Schutzrechten, Aufbau einer Anmeldung, Lebenszyklus von der Anmeldung bis zum Patent, Nachanmeldungen, Prüfungsverfahren und Einspruchsverfahren, nationale- europäische und internationale Anmeldungen, Gebrauchsmuster - Marken - Design, Geheimnisschutzgesetz, Berufsfeld Patentingenieur</p> <p>Patentrecherche durchführen ; für einen vorliegendem Fall die relevante Schutzrechtsart bestimmen ; eine Anmldung hinsichtlich des formalen Aufbaus korrekt durchführen können ; Vor- und Nachteile von nationalen - euopäischen und internationalen Anmeldungen im konkreten Anwendungsfall abwägen können ; Rechtsbeständigkeit eines Patentees prüfen können ; eine IP Strategie in Grundzügen entwickeln können</p>	
<b>Seminar</b>	
<p>Arten von Schutzrechten, Bedeutung für Unternehmen und Erfinder, Bedeutung von Arbeitnehmererfindungsgesetz und Erfinderpersönlichkeitsrecht, Voraussetzungen für einen Schutz, Laufzeit von Schutzrechten, Aufbau einer Anmeldung, Lebenszyklus von der Anmeldung bis zum Patent, Nachanmeldungen, Prüfungsverfahren und Einspruchsverfahren, nationale- europäische und internationale Anmeldungen, Gebrauchsmuster - Marken - Design, Geheimnisschutzgesetz, Berufsfeld Patentingenieur</p> <p>Patentrecherche durchführen ; für einen vorliegendem Fall die relevante Schutzrechtsart bestimmen ; eine Anmldung hinsichtlich des formalen Aufbaus korrekt durchführen können ; Vor- und Nachteile von nationalen - euopäischen und internationalen Anmeldungen im konkreten Anwendungsfall abwägen können ; Rechtsbeständigkeit eines Patentees prüfen können ; eine IP Strategie in Grundzügen entwickeln können</p>	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung</li> <li>▪ Seminar</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: mündlicher Beitrag [100%]</li> </ul>
<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	34 Stunden ≙ 3 SWS
<b>Selbststudium</b>	116 Stunden

**Empfohlene  
Voraussetzungen**

---

**Zwingende  
Voraussetzungen**

---

**Kapazitätsbeschränkte  
Zulassung**      nein

---

**Empfohlene Literatur**

---

**Enthalten in  
Wahlbereich**                      ■ BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln  
   ■ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

---

**Enthalten in  
Studienschwerpunkt**

---

**Verwendung des  
Moduls in  
weiteren Studiengängen**                      ■ ERMK in Master Elektrotechnik PO3  
   ■ ERMK in Master Medientechnologie PO3  
   ■ ERMK in Master Medientechnologie PO4  
   ■ ERMK in Master Technische Informatik PO3  
   ■ XIM in Master Technische Informatik PO3  
   ■ ERMK in Master Informatik und Systems-Engineering PO1

---

**Besonderheiten und  
Hinweise**

---

**Letzte Aktualisierung**      19.7.2025, 14:32:16

---

## 6.12 ESD - Embedded Systems Design

<b>Modulkürzel</b>	ESD
<b>Modulbezeichnung</b>	Embedded Systems Design
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	ESD - Embedded Systems Design
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	englisch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Sommersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Markus Cremer
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Markus Cremer (Professor Fakultät IME)

### Learning Outcome(s)

Die Studierenden können die Machbarkeit der Entwicklung einer Produktidee im Bereich der Embedded Systems in Bezug auf praktische Realisierbarkeit, Aufwand, Zeit und Kosten und mit vorausschauendem Blick auf den gesamten Entwicklungsprozess sicher beurteilen. Hierzu setzen sie, ausgehend von einer eigenen Produktidee, Methoden und Hilfsmittel (z.B. Software-Tools, Konzepte, Best-Practices, v.a. auch Hardwareentwicklung) eines typischen industriellen Entwicklungsprozesses für Embedded Systems eigenständig praktisch um. Später sind die Studierenden in der Lage, diesen gesamten Entwicklungsprozess in der Industrie oder in Forschungsprojekten autonom zu bewerten und umzusetzen.

**Modulinhalte**

**Vorlesung / Übungen**

Vorlesung und Übungen werden in einer Lehrveranstaltung kombiniert. Nach der Vorstellung von neuem Lernstoff durch den Dozenten in Form von kurzen Blöcken wird dieser direkt von den Studierenden durch Anwendung in ihrer eigenen Projektarbeit umgesetzt und vertieft. Lösungen und Probleme bei der Umsetzung des Lernstoffs in die Praxis werden in der Präsenzveranstaltung gemeinsam mit dem Dozenten diskutiert.

Inhalte:

- Entwicklungsprozess von Embedded Systems
- Finden einer Produktidee zur Verwendung als Modul-Projekt
- Lastenheft und Pflichtenheft
- Recherche und Erstellung Hardware- und Firmwarekonzept
- Proof-of-Concept-Phase
- Erstellung von Schaltplänen
- Leiterplattentechnologie, Herstellungs- und Bestückungsprozesse von Leiterplatten
- Erstellung von Leiterplattenlayouts
- 3D-Modellierung von Gehäusen
- Erstellung der notwendigen Dokumentation der Hardware für die Produktion
- Firmware-Entwicklung
- Aufbau und Validierung des Prototyps
- Finale Projektdokumentation

Die Studierenden lernen die o.g. Themen in der Vorlesung kennen, erwerben Grundwissen und vertiefen dieses durch Selbststudium mit Hilfe von Literatur, YouTube Videos und anderen Netzressourcen (selbstständige Informationsbeschaffung), sowie in Lerngruppen (Teamwork). Die Studierenden lernen den Umgang mit der Software „Altium Designer“ durch selbständiges Durcharbeiten des „Altium Online Curriculum“, das sie mit einem Zertifikat abschließen.

**Projekt**

Nachdem die Studierenden eine eigene Produktidee aus dem Bereich der Embedded Systems gefunden haben, beginnen Sie damit, einen industrie-typischen Entwicklungsprozess für Embedded Systems selbständig zu durchlaufen. Sie starten mit der Spezifikationsphase (Lastenheft, Realisierungskonzepte, Pflichtenheft) und treten dann in die Hardwareentwicklung ein (Schaltpläne, Leiterplattenlayout, Mechanik, Produktionsdokumente). Hier liegt der Hauptfokus der Lehrveranstaltung. Parallel zur Hardwareentwicklung werden Proofs-of-Concept und die Firmwareentwicklung durchgeführt. Nach Abschluss dieser Entwicklungsphasen bestücken die Studierenden ihre selbstentwickelten Leiterplatten und bauen so den ersten Prototyp ihrer Produktidee auf. Final erstellen die Studierenden eine Dokumentation ihres Projekts und stellen ihre Ergebnisse in einer Präsentation vor.

**Lehr- und Lernmethoden**           ▪ Vorlesung / Übungen  
   ▪ Projekt

**Prüfungsformen mit Gewichtung**   ▪ begleitend: Projektarbeit [100%]

**Workload**                       150 Stunden

**Präsenzzeit**                   45 Stunden  $\hat{=}$  4 SWS

**Selbststudium**                 105 Stunden

**Empfohlene Voraussetzungen**   Grundkenntnisse der Elektrotechnik (einfache analoge und digitale Schaltungen)  
   Grundkenntnisse Embedded Systems (Grundlagen Mikrocontroller inkl. Implementierung von Firmware)

**Zwingende Voraussetzungen**

**Kapazitätsbeschränkte Zulassung**   ja, gemäß bewilligtem Antrag

<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Murti, K. (2022). Design Principles for Embedded Systems. Springer Singapore. <a href="https://doi.org/10.1007/978-981-16-3293-8">https://doi.org/10.1007/978-981-16-3293-8</a></li> <li>▪ Schmidt, R., Hauschild, D., &amp; Kluge, I. (2024). Elektronik Design: Theorie und Praxis. Elektronik Design: Theorie Und Praxis. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-662-68676-8">https://doi.org/10.1007/978-3-662-68676-8</a></li> <li>▪ Ünsalan, C., Gürhan, H. D., &amp; Yücel, M. E. (2022). Embedded system design with ARM Cortex-M microcontrollers: Applications with C, C++ and MicroPython. Embedded System Design with ARM Cortex-M Microcontrollers: Applications with C, C++ and MicroPython, 1–569. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-030-88439-0">https://doi.org/10.1007/978-3-030-88439-0</a></li> <li>▪ Morshed, B. I. (2021). Embedded systems - A hardware-software co-design approach: Unleash the power of arduino! In Embedded Systems - A Hardware-Software Co-Design Approach: Unleash the Power of Arduino! Springer International Publishing. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-030-66808-2">https://doi.org/10.1007/978-3-030-66808-2</a></li> <li>▪ Marwedel, P. (2021). Embedded System Design. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-030-60910-8">https://doi.org/10.1007/978-3-030-60910-8</a></li> <li>▪ Lienig, J., &amp; Scheible, J. (2020). Fundamentals of Layout Design for Electronic Circuits. Fundamentals of Layout Design for Electronic Circuits. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-030-39284-0">https://doi.org/10.1007/978-3-030-39284-0</a></li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebige Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ESD in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ ESD in Master Elektrotechnik PO3</li> <li>▪ ESD in Master Medientechnologie PO3</li> <li>▪ ESD in Master Medientechnologie PO4</li> <li>▪ ESD in Master Technische Informatik PO3</li> <li>▪ ESD in Master Informatik und Systems-Engineering PO1</li> </ul>
<b>Perma-Links zur Organisation</b>	<a href="#"><u>ILU-Kurs</u></a>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	16.12.2025, 17:05:01

### 6.13 FS - Forschungsseminar

<b>Modulkürzel</b>	FS
<b>Modulbezeichnung</b>	Forschungsseminar
<b>Art des Moduls</b>	Pflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	FS - Forschungsseminar
<b>ECTS credits</b>	10
<b>Sprache</b>	deutsch, englisch bei Bedarf
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Jens Onno Krahl
<b>Dozierende*r</b>	verschiedene Dozenten*innen (diverse lecturers)

#### Learning Outcome(s)

Die Studierenden können eine fachlich einschlägige Forschungsfragestellung facettenreich ausleuchten, die Fragestellung selbständig bearbeiten und ggf. Experimente in einem einschlägigen Labor durchführen, bestehen im wissenschaftlichen Diskurs und tragen so zum Erkenntnisgewinn bei,

indem sie Literaturrecherchen und Fachgespräche durchführen, ggf. selbständig im Labor Experimente planen inkl. Abstimmungen mit dem Laborpersonal, z.B. auch über Sicherheitsanforderungen, indem sie Ergebnisse aufbereiten und per Zwischenvorträgen und mit einem Poster präsentieren, diese im Diskurs verteidigen und einen wissenschaftlichen Aufsatz zur Beantwortung der Fragestellung formulieren,

um die Voraussetzung zu erhalten, selbständig einschlägige wissenschaftliche Aufgabenstellungen in Masterarbeit sowie in Promotion und/oder im Beruf voranzutreiben.

#### Modulinhalte

##### *Seminar*

Im Seminar sowie auf der Posterpräsentation präsentiert und verteidigt der Studierende seine Arbeiten. Die Diskussion und der Diskurs im Fach als Fertigkeit des Kandidaten wird dadurch erzielt.

Die selbständige Forschung an der wissenschaftlichen Fragestellung erbringt einen hohen Wissenszuwachs, auch rechts und links der eigentlichen Kernfrage.

Im Seminar sowie auf der Posterpräsentation erfährt der Studierende fachliche Inhalte von anderen wissenschaftlichen Fragestellungen.

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Seminar
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	▪ begleitend: Hausarbeit oder mündlicher Beitrag [100%]
<b>Workload</b>	300 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	12 Stunden ≙ 1 SWS
<b>Selbststudium</b>	288 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Da die fachliche Ausrichtung des Seminars in Abstimmung mit dem betreuenden Dozenten erfolgt, ist eher die Kompetenz "wissenschaftliche Arbeitsweise" als Voraussetzung mitzubringen, was in Bachelorarbeit auch schon trainiert wird. Voraussetzung ist ferner, dass sich der Studierende selbständig in Themen einarbeiten kann.

**Zwingende Voraussetzungen** Seminar erfordert Anwesenheit im Umfang von: 4 Präsentationen und 1 Posterausstellung

**Kapazitätsbeschränkte Zulassung** nein

**Empfohlene Literatur** ■ die empfohlene Literatur hängt vom bearbeiteten Forschungsthema ab

**Enthalten in Wahlbereich**

**Enthalten in Studienschwerpunkt**

**Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen** FS in Master Elektrotechnik PO3

**Besonderheiten und Hinweise** Anmeldung jedes Semester in Termin 2 (Semesterende) möglich.

**Letzte Aktualisierung** 7.5.2026, 16:58:53

## 6.14 GC - Grid-Following and Grid-Forming Converters

<b>Modulkürzel</b>	GC
<b>Modulbezeichnung</b>	Grid-Following and Grid-Forming Converters
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	GC - Grid-Following and Grid-Forming Converters
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch, englisch bei Bedarf
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Wintersemester
<b>Erstmaliges Angebot</b>	Wintersemester 2026
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Christian Dick
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Christian Dick (Professor Fakultät IME)

### Learning Outcome(s)

Die Studierenden können Regelroutinen für netzgekoppelte Konverter beschreiben, designen, implementieren, validieren und bewerten,

indem sie die Regelroutinen in Simulationen vorentwickeln und simulativ validieren und indem sie die Routinen auf einer Laborhardware implementieren und mit Hilfe von moderner Messtechnik auch auf der Hardware validieren und bewerten,

um netzgekoppelte Konverter einerseits klassisch netzkonform zu betreiben und um ferner netzdienliche Funktionen zu realisieren.

### Modulinhalte

#### Vorlesung / Übungen

Die diversen theoretische Inhalte (Netzsynchonisierung, Synchronous Sampling, Einfügen des Reglers, kaskadierte Regelungsstrategien, ... ) liegen aufbereitet vor, die Live-Veranstaltung dient der Aufbereitung und Vertiefung in Form von Simulationsübungen. D.h. das Flipped-Classroom Prinzip wird angewandt.

#### Projekt

Die theoretischen Inhalte des ersten Lehrveranstaltungselementes Vorlesung/Übung werden auf einer Hardware erprobt. Dazu wird eine Anforderung an das System formuliert. Die Studierenden programmieren den Digitalrechner auf der Hardware und validieren und bewerten die erzielten Funktionen am Oszilloskop.

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung / Übungen</li> <li>▪ Projekt</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ abschließend: Fachgespräch [100%]</li> </ul>
<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	68 Stunden $\hat{=}$ 6 SWS
<b>Selbststudium</b>	82 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnis der Grundlagen elektrischer Netze (Spannungsquellenverhalten, ein- oder dreiphasig, Frequenzänderung bei Leistungsungleichgewicht), Grundlagen der Leistungselektronik (geschaltetes System), Regelungstechnik (einfache Regelkreise, Modellierung der Strecke, Auslegung eines PI Reglers), Arbeiten in einer Laborumgebung (5 Sicherheitsregeln der Elektrotechnik, Umgang mit Oszilloskop)

<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	Projekt erfordert Anwesenheit im Umfang von: Es wird empfohlen diese Tätigkeiten im Labor zu den angebotenen Zeiten durchzuführen. Schließlich erfolgt auch die summarische Abschlussprüfung direkt im Labor am System.
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dierk Schröder: "Leistungselektronische Schaltungen: Funktion, Auslegung und Anwendung" 3. überarbeitete und erweiterte Auflage <a href="https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-30104-9.pdf">https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-30104-9.pdf</a> (especially chapters 8; 11.2; 11.3)</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ SV - Studienschwerpunktmodule</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	AU - Automatisierungstechnik
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	GC in Master Elektrotechnik PO3
<b>Perma-Links zur Organisation</b>	<a href="#"><u>ILU-Kurs</u></a>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	12.5.2026, 15:20:24

## 6.15 HIM - Advanced Mathematics

<b>Modulkürzel</b>	HIM
<b>Modulbezeichnung</b>	Advanced Mathematics
<b>Art des Moduls</b>	Pflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	HIM - Höhere Ingenieurmathematik
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch, englisch bei Bedarf
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Heiko Knospe
<b>Dozierende*r</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Prof. Dr. Heiko Knospe (Professor Fakultät IME)</li> <li>▪ Prof. Dr. Hubert Randerath (Professor Fakultät IME)</li> <li>▪ Prof. Dr. Beate Rhein (Professorin Fakultät IME)</li></ul>

### Learning Outcome(s)

Was: Das Modul vermittelt grundlegende Konzepte und Methoden der Mathematik, die in den Ingenieurwissenschaften benötigt werden (K. 8). Die Abstraktion und mathematischen Formalisierung von Problemen soll erlernt und angewendet werden (K. 2). Die Studierenden lernen die Anwendung mathematischer Methoden (K. 16). Es soll die Anwendung statistischer Verfahren und die Begründung wissenschaftlicher Aussagen erlernt werden (K. 17).

Womit: Der Dozent/die Dozentin vermittelt Wissen und Basisfertigkeiten in der Vorlesung. In der Übung bearbeiten die Studierenden unter Anleitung Aufgaben. Die Übung wird durch Hausaufgaben und Online-Aufgaben (E-Learning) ergänzt.

Wozu: Fortgeschrittene Mathematik-Kenntnisse (beispielsweise in Vektoranalysis, Statistik und Optimierung) werden in mehreren Modulen des Studiengangs benötigt. Mathematische Methoden sind essentiell für Ingenieure, die wissenschaftlich arbeiten und wissenschaftliche Erkenntnisse anwenden und erweitern (HF2).

---

**Modulinhalte****Vorlesung / Übungen**

Eine Kombination von Themen aus folgenden Bereichen:

- Vektoranalysis
- Wahrscheinlichkeitstheorie, Statistik und Multivariate Statistik
- Stochastische Prozesse
- Optimierung
- Vector Analysis
  - Vector Spaces
  - Scalar and Vector Functions
  - Differential Operators
  - Line Integrals
  - Double Integrals
  - Triple Integrals
  - Change of Variables
  - Surface Integrals
  - Divergence Theorem
  - Theorem of Stokes
  - Maxwell Equations
- Probability and Statistics
  - Descriptive Statistics
  - Two-dimensional Data
  - Simple Linear Regression
  - Probability Spaces
  - Random Variables
  - Expectation, Variance, Moments
  - Jointly Distributed Random Variables
  - Independent Random Variables
  - Covariance
  - Binomial Random Variable
  - Poisson Random Variable
  - Uniform Random Variable
  - Normal Random Variable
  - Chi-Square Distribution
  - t-Distribution
  - Central Limit Theorem
  - Distributions of Sampling Statistics
  - Confidence Intervals
  - Hypothesis Testing
  - t-Test, f-Test, Chi-Square Test
  - Overview of various Tests
- Multivariate Statistics
  - Analysis of multidimensional data
  - Multivariate Random Variables
  - Matrix decompositions, Singular Value Decomposition (SVD)
  - Factor analysis, Principal Component Analysis (PCA)
  - Multiple Linear Regression
- Stochastic Processes
  - Discrete and continuous time processes
  - Random walk
  - Markov chain
  - Poisson process

- Queuing theory
- Optimization
  - Linear Programming
  - Unconstrained Optimization: Gradient method, Newton's method, Trust Region method
  - Constrained Optimization: Karush–Kuhn–Tucker (KKT) conditions, Lagrange multipliers, Penalty and Barrier functions
  - Special optimization problems: Mixed Integer Nonlinear Programming, Nonlinear Stochastic Optimization
- Anwendung von Verfahren der Vektoranalysis zur Lösung von Problemen der Natur- und Ingenieurwissenschaften.
- Anwendung von Verfahren der deskriptiven und induktiven Statistik auf ein- und mehrdimensionale Daten.
- Planung und Durchführung von statistischen Tests.
- Fähigkeit aus Daten relevante Informationen zu gewinnen.
- Anwendung von Optimierungsstrategien zur Lösung von Problemen.

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung / Übungen
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	▪ abschließend: (elektronische) Klausur oder mündliche Prüfung [100%]
<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	34 Stunden $\hat{=}$ 3 SWS
<b>Selbststudium</b>	116 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Differential- und Integralrechnung für mehrere Variablen sowie Lineare Algebra (Mathematik auf Bachelor-Niveau)
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ K. Burg, H. Haf, F. Wille, A. Meister, Vektoranalysis - Höhere Mathematik für Ingenieure, Naturwissenschaftler und Mathematiker, Springer Vieweg</li> <li>▪ E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, John Wiley &amp; Sons</li> <li>▪ L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 3, Springer Vieweg</li> <li>▪ R. E. Walpole, R. H. Myers, S. L. Myers, K. Ye, Probability &amp; Statistics for Engineers &amp; Scientists, Prentice Hall</li> <li>▪ S. M. Ross, Probability and Statistics for Engineers and Scientists, Elsevier</li> <li>▪ S. M. Ross, Stochastic Processes, John Wiley &amp; Sons</li> <li>▪ U. Krengel, Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik</li> <li>▪ A. Koop, H. Moock, Lineare Optimierung, Springer</li> <li>▪ R. Reinhardt, A. Hoffmann, T. Gerlach, Nichtlineare Optimierung, Springer</li> <li>▪ M. Ulbrich, S. Ulbrich, Nichtlineare Optimierung, Birkhäuser</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ HIM in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ HIM in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ HIM in Master Elektrotechnik PO3</li> <li>▪ HIM in Master Technische Informatik PO3</li> <li>▪ HIM in Master Informatik und Systems-Engineering PO1</li> </ul>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	5.1.2026, 08:49:14

## 6.16 HSUT - Hochspannungsübertragungstechnik

<b>Modulkürzel</b>	HSUT
<b>Modulbezeichnung</b>	Hochspannungsübertragungstechnik
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	HSUT - Hochspannungsübertragungstechnik
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Sommersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Christof Humpert
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Christof Humpert (Professor Fakultät IME)

### Learning Outcome(s)

Die Studierenden können Systeme und Betriebsmittel der Hochspannungsübertragungstechnik hinsichtlich technischer und betriebswirtschaftlicher Kriterien analysieren und auswählen, indem sie

- Anforderungen an Übertragungssysteme erkennen,
  - Spannungsbelastungen im Nenn- und Fehlerfall bestimmen und Maßnahmen zur Reduktion der Belastungen auslegen,
  - Vor- und Nachteile aktueller und zukünftiger Technologien analysieren und
  - vereinfachte Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchführen,
- um später fundierte Entscheidungen hinsichtlich des optimalen Aus- und Umbaus der elektrischen Netze unter gesellschaftlichen und politischen Randbedingungen treffen zu können.

## Modulinhalte

### Vorlesung / Übungen

#### Überspannungen und Isolationskoordination

- Entstehung und Kategorien von Überspannungen
- Ausbreitung von Überspannungen
- Wanderwellenvorgängen
- Reflexionsvorgänge
- Begrenzung von Überspannungen
- Typen von Überspannungsableitern
- Eigenschaften, Aufbau und Auswahl

#### Systeme der Hochspannungsübertragung

- Hochspannungs-Drehstrom-Übertragung (HDÜ)
- optimale Übertragungsspannung
- Struktur und verschiedene Typen von Schaltanlagen mit ihren Eigenschaften und Einsatzgebieten
- Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ)
- Vor- und Nachteile gegenüber der Drehstrom-Übertragung
- Struktur und Funktion von Umrichterstationen
- Kostenvergleich zu HDÜ-Systemen
- HGÜ-Netze

#### Betriebsmittel der Hochspannungsübertragung

- Leistungsschalter
- Funktionsprinzip
- verschiedene Typen und Einsatzgebiete
- Schaltgeräte für HGÜ-Systeme
- Supraleitende Betriebsmittel (Kabel, Strombegrenzer)
- Funktionsprinzip und Einsatzgebiete
- Kühltechnik
- Verluste und Kosten

#### Belastungen von Übertragungssystemen bestimmen

- Betriebs- und Überspannungen für eine gegebene Spannungsebene berechnen
- Begrenzungsmöglichkeiten von Überspannungen einplanen
- Wanderwellenvorgänge (Brechung, Reflexion) analysieren und berechnen
- Stromtragfähigkeit und maximale Verluste ableiten

#### Betriebswirtschaftliche Aspekte bestimmen

- Investitionskosten-Vergleich durchführen
- Betriebskosten-Vergleich durchführen

---

### Projekt

Spezifisches Problem der Elektrotechnik vertiefen an einem Berechnungsbeispiel

Projektaufgabe im Team lösen

Grundlagen einer Berechnungssoftware erarbeiten

Numerische Berechnungen durchführen

Numerische Ergebnisse mit analytischen vergleichen

Ergebnisse mit Bezug zur praktischen Anwendung diskutieren

Ergebnisse in einem Bericht zusammenfassen

---

### Praktikum

Erzeugung und Messung von Wechsel-, Gleich- und Impulsspannungen

Ausbreitung und Begrenzung von Überspannungen

Hochspannungsprüfungen planen

Hochspannungsprüfschaltungen dimensionieren

Prüfkriterien für Komponenten der Hochspannungstechnik ermitteln  
Ergebnisse in einem Bericht zusammenfassen

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung / Übungen</li> <li>▪ Projekt</li> <li>▪ Praktikum</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: Praktikumsbericht [20%] und</li> <li>▪ begleitend: Praktikumsbericht [20%] und</li> <li>▪ abschließend: mündliche Prüfung [60%]</li> </ul>
<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	57 Stunden $\hat{=}$ 5 SWS
<b>Selbststudium</b>	93 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik Grundverständnis für elektrische Felder in Dielektrika
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 3 Termine</li> <li>▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Praktikum</li> </ul>
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Küchler, Andreas: Hochspannungstechnik: Grundlagen – Technologie – Anwendung (Springer)</li> <li>▪ Heuck, Klaus; Dettmann, Klaus-Dieter; Schulz, Detlef: Elektrische Energieversorgung (Springer)</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ SV - Studienschwerpunktmodule</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	ET - Elektrische Energietechnik
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ HSUT in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ HSUT in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ HSUT in Master Elektrotechnik PO3</li> </ul>
<b>Perma-Links zur Organisation</b>	<a href="#">ILU-Kurs für die Lehrveranstaltung Hochspannungsübertragungstechnik</a>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	19.7.2025, 14:32:16

## 6.17 IBD - InnoBioDiv

<b>Modulkürzel</b>	IBD
<b>Modulbezeichnung</b>	InnoBioDiv
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	IBD - InnoBioDiv - Innovative research on plant-environment interaction in a changing climate combining biology and modern Internet-of-Things technologies
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	englisch
<b>Dauer des Moduls</b>	0.5 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Uwe Dettmar
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Uwe Dettmar (Professor Fakultät IME)

### Learning Outcome(s)

Die Studierenden können in einer Forschungsgruppe ein Experiment teamorientiert planen, durchführen, auswerten und dokumentieren, indem sie auf biologisches und technisches Basiswissen und auf die zur Verfügung gestellten Ressourcen (ein IoT basiertes Mess- und Steuersystem inklusive FarmBot, Sensorik und Aktorik, Materialien und Geräte im Gewächshaus des Instituts für Pflanzenwissenschaften, Checklisten) sowie weitere frei verfügbare Informationsquellen zugreifen, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wachstumsleistung von Pflanzen und die Biodiversität im Boden erfahrbar zu machen und dadurch Erkenntnisse zu generieren, die für die Gesellschaft im Rahmen des Klimawandels von Relevanz sind.

### Modulinhalte

#### Seminar

Entwickeln von Projektideen , Diskussion und Weiterentwicklung der der Projekte

#### Projekt

Die Studierenden erwerben...

- die Fähigkeit, Konzepte zur Anpassung von Pflanzen an den Klimawandel zu entwickeln und umzusetzen.
- die Fähigkeit, Experimente im Bereich der Pflanzenphysiologie, der Bodenbiologie und der Technik zu planen, durchzuführen und zu analysieren.
- die Fähigkeit, experimentelle Daten statistisch auszuwerten und zu präsentieren.
- die Fähigkeit, wissenschaftliche Ergebnisse zu präsentieren und zu kommunizieren.
- die Fähigkeit zur interdisziplinären und interkulturellen Zusammenarbeit und dem Austausch von Ideen mit Studierenden aus verschiedenen MINT-Forschungsbereichen.
- Erfahrungen in der Planung und Durchführung von Projekten und in der Teamarbeit

Die Studierenden besitzen am Ende

- ein tiefes Verständnis für die Wechselwirkungen zwischen Klimaparametern, Pflanzenwachstum und Bodenbiodiversität.
- grundlegende Kenntnisse über moderne Technologien wie Robotik, Sensorik und das Internet of Things im Kontext der Pflanzenforschung.
- das Bewusstsein für die Bedeutung von Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung und Versorgungssicherheit im Kontext des Bevölkerungswachstums und des Klimawandels.

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Seminar</li> <li>■ Projekt</li> </ul>
-------------------------------	--

<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: Projektarbeit [100%]</li> </ul>
<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	23 Stunden $\hat{=}$ 2 SWS
<b>Selbststudium</b>	127 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gute englische Sprachkenntnisse, da in interkulturellen, interdisziplinären Teams gearbeitet wird.</li> <li>- Grundkenntnisse zum IoT und in der Robotik sind wünschenswert</li> <li>- Teamfähigkeit</li> <li>- Grundkenntnisse in der Pflanzenbiologie werden nicht vorausgesetzt</li> </ul>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Seminar erfordert Anwesenheit im Umfang von: 8 Stunden</li> <li>▪ Projekt erfordert Anwesenheit im Umfang von: 5 meetings for project discussions</li> </ul>
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://farm.bot/">https://farm.bot/</a></li> <li>▪ Arif, Tarik M.: Deep Learning on Embedded Systems: A Hands-On Approach Using Jetson Nano and Raspberry Pi, Wiley, 2025, ISBN:978-1-394-26927-3</li> <li>▪ Agrawal, D. P. (2017). Embedded Sensor Systems. Springer.</li> <li>▪ Marwedel, Peter: Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things, Springer, 2021, ISBN 978-3-030-60910-8</li> <li>▪ L. Urry, S. Wassermann: Campbell Biology AP Edition (12th Edition), Pearson, ISBN-13: 978-0-13-648687-9</li> <li>▪ Taiz, L., Møller, I. M., Murphy, A., &amp; Zeiger, E. (2022). Plant Physiology and Development. Oxford University Press.</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ IBD in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ IBD in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ IBD in Master Medientechnologie PO4</li> <li>▪ IBD in Master Technische Informatik PO3</li> <li>▪ IBD in Master Informatik und Systems-Engineering PO1</li> </ul>
<b>Perma-Links zur Organisation</b>	<a href="#">InnoBioDiv: Student Projects</a>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	Blockveranstaltung jeweils von Anfang Oktober bis Mitte November (7 Wochen), Optionale Vorbereitungszeit zum Aufbau von Grundkenntnissen in der letzten Septemberwocheneüte
<b>Letzte Aktualisierung</b>	19.7.2025, 14:32:16

## 6.18 ITF - IT-Forensik

<b>Modulkürzel</b>	ITF
<b>Modulbezeichnung</b>	IT-Forensik
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	ITF - IT-Forensik
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch, englisch bei Bedarf
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Wintersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Studiengangsleiter(in) Master Technische Informatik (Informatik und Systems-Engineering)
<b>Dozierende*r</b>	Jürgen Bornemann (Lehrbeauftragter)

### Learning Outcome(s)

- **WAS** Studierende spüren digitale Beweise auf und stellen Sie zwecks Verwertbarkeit für weiterführende Analysen sicher,
- **WOMIT** indem sie anhand fallbezogener Aufgabenstellungen und mittels forensischer IT-Tools Schwachstellen entdecken und Beweise in Dateisystemen und IT-Infrastrukturen sichern,
- **WOZU** um im Berufsleben Gefahren vermeiden, erkennen und abwehren können und ggf. gutachterlich tätig zu werden.

### Modulinhalte

#### *Vorlesung / Übungen*

- | Grundbegriffe der Cyber Security und digitale Forensik
- | Typische Schwachstellen, Bedrohungen und Risiken
- | Gefahren bei mobilen Systemen, Home-Office, WLAN's
- | Grundlagen und Arbeitsweisen der IT-Forensik
- | Forensische Dokumentationserstellung
- | Gängige Werkzeuge für forensische Untersuchungen
- | Digitale Beweise erkennen und sichern
- | Open-Source-Forensik
- | Dateisystem-Forensik
- | Forensische Analyse mobiler Systeme
- | Schwachstellen, Bedrohungen, Angriffe auf Netzwerkstrukturen
- | KALI Linux – Operating System für Vulnerability und Pentesting

#### *Projekt*

| Studierenden können fallbezogene forensische Aufgaben und Vorfälle mit dem jeweiligen erlernten Wissen eigenständig oder in Arbeitsgruppen bearbeiten. Sie zeigen dabei, wie sie digitale Beweise sicherstellen, analysieren und dokumentieren.

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung / Übungen</li> <li>▪ Projekt</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: Projektarbeit [100%]</li> </ul>

**Workload** 150 Stunden

**Präsenzzeit** 45 Stunden  $\hat{=}$  4 SWS

**Selbststudium** 105 Stunden

**Empfohlene Voraussetzungen**

**Zwingende Voraussetzungen**

**Kapazitätsbeschränkte Zulassung** nein

**Empfohlene Literatur**

**Enthalten in Wahlbereich**

- BTH - Beliebige Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln
- WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

**Enthalten in Studienschwerpunkt**

**Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen**

- ITF in Master Communication Systems and Networks PO3
- ITF in Master Communication Systems and Networks PO4
- ITF in Master Elektrotechnik PO3
- ITF in Master Medientechnologie PO3
- ITF in Master Medientechnologie PO4
- ITF in Master Technische Informatik PO3
- ITF in Master Informatik und Systems-Engineering PO1

**Besonderheiten und Hinweise**

**Letzte Aktualisierung** 10.12.2025, 14:29:12

## 6.19 KOLL (MAKOLL) - Kolloquium zur Masterarbeit

<b>Modulkürzel</b>	KOLL
<b>Modulbezeichnung</b>	Kolloquium zur Masterarbeit
<b>Art des Moduls</b>	Pflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	MAKOLL - Kolloquium
<b>ECTS credits</b>	3
<b>Sprache</b>	deutsch, englisch bei Bedarf
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	3
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Studiengangsleiter(in) Master Technische Informatik (Informatik und Systems-Engineering)
<b>Dozierende*r</b>	verschiedene Dozenten*innen (diverse lecturers)

### Learning Outcome(s)

- Darstellung von Forschungsergebnissen in einer Präsentation in vorgegebenem engen zeitlichen Rahmen
- Fachliche und außerfachliche Bezüge der eigenen Arbeit darstellen und begründen
- Eigene Lösungswege und gewonnene Erkenntnisse darstellen und diskutieren

### Modulinhalte

#### *Kolloquium*

Das Kolloquium dient der Feststellung, ob die Studentin oder der Student befähigt ist, die Ergebnisse der Masterarbeit, ihre fachlichen und methodischen Grundlagen, fachübergreifende Zusammenhänge und außerfachlichen Bezüge mündlich darzustellen, selbständig zu begründen und ihre Bedeutung für die Praxis einzuschätzen

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Kolloquium
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ abschließend: Kolloquium [100%]</li> </ul>
<b>Workload</b>	90 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	0 Stunden $\triangleq$ 0 SWS
<b>Selbststudium</b>	90 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modul MAA: Die Masterarbeit muss abgeschlossen sein, damit sie im Kolloquium ganzheitlich und abschließend präsentiert werden kann.</li> <li>▪ Siehe Prüfungsordnung §29, Abs. 2</li> </ul>

<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
--	------

### Empfohlene Literatur

Enthalten in Wahlbereich

Enthalten in Studienschwerpunkt

<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ KOLL in Master Communication Systems and Networks PO3</li><li>▪ KOLL in Master Communication Systems and Networks PO4</li><li>▪ KOLL in Master Elektrotechnik PO3</li><li>▪ KOLL in Master Medientechnologie PO3</li><li>▪ KOLL in Master Medientechnologie PO4</li><li>▪ KOLL in Master Technische Informatik PO3</li><li>▪ KOLL in Master Informatik und Systems-Engineering PO1</li></ul>
--	--

---

<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	Siehe auch Prüfungsordnung §29.
------------------------------------	---------------------------------

---

<b>Letzte Aktualisierung</b>	14.11.2025, 14:33:56
------------------------------	----------------------

## 6.20 LCSS - Large and Cloud-based Software-Systems

<b>Modulkürzel</b>	LCSS
<b>Modulbezeichnung</b>	Large and Cloud-based Software-Systems
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	LCSS - Large and Cloud-based Software-Systems
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	englisch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Sommersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. René Würzberger
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. René Würzberger (Professor Fakultät IME)

### Learning Outcome(s)

Students are capable of

- designing architectures for complex and mission critical enterprise software systems,
- implementing these systems and
- operate them in the Cloud

by

- knowing and trading conflicting interests and concerns of stakeholders,
- knowing quality attributes and their trade-offs,
- specifying architecturally significant requirements in quality attribute scenarios,
- analysing design decisions with respect to their effects on quality attributes and stake-holder interests and concerns,
- presenting and documenting architectures by means of suitable views, notations and tools,
- applying methods (like RESTful API design) and tools in order to implement design decisions,
- using cloud resources like virtual machines, containers and storages in order to operate a system in the cloud,

in order to

- be able to produce long-term usable software systems in subsequent lectures and projects and
- to be able to act as an IT architect, e.g. in an IT department of a larger enterprise.

**Modulinhalte**

**Vorlesung / Übungen**

- | Formal fundierter Umgang mit Qualitätsanforderungen an Verfügbarkeit, Performance, Kapazität und Kosteneffizienz
- | Vor- und Nachteile grundlegender Systemarchitekturstile, beispielsweise Microservice-Architekturen
- | Skalierung von Systemen und einzelnen Tiers, auch in Hinblick auf mögliche Deployment-Strategien wie Canary- oder AB-Deployment, sowie damit verbundene Load-Balancing-Strategien (z. B. Consistent Hashing)
- | Fortgeschrittene Einsatzmöglichkeiten von Virtualisierung, insbesondere Container-Virtualisierung und -Orchestrierung, beispielsweise mit Docker und Kubernetes
- | Auswahl geeigneter Kommunikationsmuster und -protokolle, insbesondere HTTP und Derivate wie Websockets, Server-sent Events und, gRPC
- | Auswahl zweckdienlicher API-Technologien und -Designphilosophien wie REST und GraphQL
- | Verwendung grundlegender Sicherheitsprotokolle wie TLS, OAuth2, JWT und OpenID Connect
- | Asynchrone, ereignisgetriebene Kommunikation über Messaging- und Streaming-Plattformen wie Apache Kafka
- | Auswahl geeigneter Datenbankmodelle (relational, Key-value-, Graph-, Dokumenten-orientiert), notwendiger Konsistenz-Level, sowie Sharding am Beispiel von PostgreSQL, Neo4J, Apache Cassandra und Redis
- | Strategien für das Caching von Daten, insbesondere von HTTP-Responses (Web Caching).

**Projekt**

- | Formulierung und Präsentation einer selbstgewählten Forschungsfrage aus dem Themenfeld der Lehrveranstaltung
- | Entwurf von Forschungsprototypen, Test-Szenarien, Messverfahren etc. zur Beantwortung der Forschungsfrage inkl. Dokumentation und paarweisem, konstruktiven Review und Aussprache vor Ort zwischen teilnehmenden Teams
- | Abschließende Präsentation der Forschungsergebnisse
- | Dokumentation der Forschungsergebnisse in einem Report gemäß IEEE-Vorlage

**Lehr- und Lernmethoden**           ▪ Vorlesung / Übungen  
   ▪ Projekt

**Prüfungsformen mit Gewichtung**       ▪ begleitend: Projektarbeit [60%] und  
   ▪ abschließend: (elektronische) Klausur oder mündliche Prüfung [40%]

**Workload**                       150 Stunden

**Präsenzzeit**                   45 Stunden  $\hat{=}$  4 SWS

**Selbststudium**               105 Stunden

**Empfohlene Voraussetzungen**   - fortgeschrittene Programmierkenntnisse  
   - grundlegende Kenntnisse in Web-Technologien  
   - grundlegende Kenntnisse in Datenbanken  
   - grundlegende Kenntnisse in Software-Architekturen  
   - grundlegende Kenntnisse in der Unified Modeling Language (UML)

**Zwingende Voraussetzungen**   Projekt erfordert Anwesenheit im Umfang von: 4 Termine

**Kapazitätsbeschränkte Zulassung**   nein

**Empfohlene Literatur**           ▪ Lecture Notes Large and Cloud-based Software Systems  
   ▪ H. Adkins et al.: Building Secure and Reliable Systems, O'Reilly Media, 2020  
   ▪ I. Gregorik: High Performance Browser Networking, O'Reilly Media, 2013  
   ▪ M. Kleppmann: Designing Data-Intensive Applications, O'Reilly Media, 2017

**Enthalten in Wahlbereich**               ▪ BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln  
   ▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

**Enthalten in  
Studienschwerpunkt**

---

- Verwendung des  
Moduls in  
weiteren Studiengängen**
- LCSS in Master Communication Systems and Networks PO3
  - LCSS in Master Communication Systems and Networks PO4
  - LCSS in Master Medientechnologie PO3
  - LCSS in Master Medientechnologie PO4
  - LCSS in Master Technische Informatik PO3
  - LCSS in Master Informatik und Systems-Engineering PO1
- 

**Perma-Links zur  
Organisation**      [Ilu-Kurs](#)

---

**Besonderheiten und  
Hinweise**

---

**Letzte Aktualisierung**      19.7.2025, 14:32:16

---

**6.21 LSPW - Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen**

<b>Modulkürzel</b>	LSPW
<b>Modulbezeichnung</b>	Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	LSPW - Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Wintersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Andreas Lohner
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Christian Dick (Professor Fakultät IME)

**Learning Outcome(s)**

Die Studierenden lernen elektronische und elektromagnetische Strukturen, Topologien und Regelungsverfahren verschiedener erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen (Photovoltaik & Wind) erläutern, erklären und z. T. auch entwickeln, indem sie

- die gesamte anlagenspezifische Systemtechnik in wesentliche Teile (Elektromechanik, Leistungselektronik, Steuerung/Regelung) gliedern,
- Rechnermodelle von allen Teilen und auch der Gesamtanlage entwerfen und mit einem Simulationstool simulieren,
- mit Leistungselektronik, Antrieben, klassischen Messgeräten umgehen,
- sowie spezifische Regelungsalgorithmen erkennen und verstehen,

um als Ingenieure

- Erneuerbare Energieerzeugungsanlagen zu konzeptionieren und zu dimensionieren,
- Leistungselektronische Komponenten für EE zu entwickeln und
- für EE spezifische Regelungen zu entwerfen.

**Modulinhalte**

**Vorlesung / Übungen**

Überblick über die verschiedenen erneuerbaren Energieträger und deren Potentiale Photovoltaik; Windkraft etc.

Prinzipien von netzgeführten wie von Inselwechselrichtern für Photovoltaikanlagen

Physik der Solarzelle

Stromrichtertopologien

Systemarchitekturen: Zentral-, String- und Modulwechselrichter

Steuerungsverfahren: PWM, MPP-Tracking etc.

Prinzipien von Windkraftanlagen

doppeltgespeiste Asynchronmaschine

Anlage mit Synchronmaschine

windkraftspezifische Regelungsverfahren

Die Studierenden können elektronische und elektromagnetische Strukturen, Topologien und Regelungsverfahren verschiedener erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen (Photovoltaik, Wind etc.), mit dem Fokus auf deren Stellglieder, erläutern.

Die Studierenden besitzen Sie die Fähigkeit, die gesamte anlagenspezifische Systemtechnik in Wesentliche Teilabschnitte zu zergliedern, einzelne Aspekte zu entwickeln oder zu projektieren und damit einzelne Schritte einer Synthese durchzuführen.

Der Realitätsbezug, insbesondere im Hinblick auf neue regulatorische, normative Rahmenbedingungen, welche mit der Energiewende einhergehen, wird hergestellt. Damit ist der Studierende in der Lage, die Stellglieder auch im übergeordneten Kontext als Teil eines intelligenten Netzes zu beschreiben, um später die richtigen Stellglieder auszuwählen bzw. zu entwickeln.

Die Studierenden lernen Methoden zur dynamischen Beschreibung und Regelung erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen kennen und erhalten dadurch Entscheidungskompetenz.

Die Studierenden besitzen Erfahrungen im Umgang mit Leistungselektronik, Antrieben, klassischen Messgeräten und sind in der Lage, Stellglieder mit einem Simulationstool zu modellieren.

Die Studierenden besitzen die Fähigkeit elektrische Stellglieder für erneuerbare Energieerzeugungsanlagen zu verstehen, zu dimensionieren und zu regeln.

**Praktikum**

In einem ersten Versuch wird ein Wechselrichter für eine Photovoltaikanlage beispielhaft modelliert und mit einem Simulationstool simuliert. Hierbei wird ein besonderes Augenmerk auf die anlagenspezifischen Regelungsverfahren (MPP-Tracking etc.) gerichtet. Danach wird ein kommerzieller Wechselrichter vermessen und analysiert.

In einem zweiten Versuch wird eine doppeltgespeiste Asynchronmaschine samt Konvertern als Stellglied für Windkraftanlagen untersucht.

Die Studierenden können mit einem üblichen kommerziellen Werkzeug zur Modellierung und Simulation umgehen.

Die Studierenden verstehen das Arbeitsverhalten leistungselektronischer Stellglieder.

Die Studierenden können Aufgaben in einem kleinen Team lösen.

Sie können Messergebnisse analysieren und daraus Erkenntnisse über das Messobjekt gewinnen.

Sie können ein reales System modellieren und simulieren.

**Lehr- und Lernmethoden**

- Vorlesung / Übungen
- Praktikum

**Prüfungsformen mit Gewichtung**

- begleitend: Praktikumsbericht oder mündlicher Beitrag [unbenotet] und
- abschließend: mündliche Prüfung [100%]

**Workload** 150 Stunden

**Präsenzzeit** 45 Stunden  $\hat{=}$  4 SWS

**Selbststudium** 105 Stunden

**Empfohlene Voraussetzungen**

- Grundlagen der Elektrotechnik
- Leistungselektronik
- Grundlagen elektrischer Antriebe
- Analoge Signale und Systeme

**Zwingende Voraussetzungen** Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: Labortermine (8 Std.)

**Kapazitätsbeschränkte Zulassung** nein

**Empfohlene Literatur**

- Hau E.: Windkraftanlagen - Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, Springer Verlag
- Mertens, K.: Photovoltaik - Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis, Hanser Verlag
- Sahan, B.: Wechselrichtersysteme mit Stromzwischenkreis zur Netzanbindung von Photovoltaik-Generatoren, KDEE Kassel

**Enthalten in Wahlbereich**

- BTH - Beliebiger Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln
- WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

**Enthalten in Studienschwerpunkt**

**Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen**

- LSPW in Master Communication Systems and Networks PO3
- LSPW in Master Communication Systems and Networks PO4
- LSPW in Master Elektrotechnik PO3

**Besonderheiten und Hinweise**

**Letzte Aktualisierung** 19.7.2025, 14:32:16

**Zusätzliche Modul-Variante mit gleichen Learning-Outcomes**

**Modulkürzel** LSPW

**Modulbezeichnung** Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen

**Art des Moduls** Wahlpflichtmodul

**Anerkannte Lehrveranstaltung** LSPW - Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen

**ECTS credits** 5

**Sprache** deutsch, englisch bei Bedarf

**Dauer des Moduls** 1 Semester

**Empfohlenes Studiensemester** 1-2

**Häufigkeit des Angebots** jedes Wintersemester

**Modul-Verantwortliche\*r** Prof. Dr. Andreas Lohner

**Dozierende\*r** Prof. Dr. Christian Dick (Professor Fakultät IME)

**Learning Outcome(s)**

Die Studierenden lernen elektronische und elektromagnetische Strukturen, Topologien und Regelungsverfahren verschiedener erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen (Photovoltaik & Wind) erläutern, erklären und z. T. auch entwickeln, indem sie

- die gesamte anlagenspezifische Systemtechnik in wesentliche Teile (Elektromechanik, Leistungselektronik, Steuerung/Regelung) gliedern,
- Rechnermodelle von allen Teilen und auch der Gesamtanlage entwerfen und mit einem Simulationstool simulieren,
- mit Leistungselektronik, Antrieben, klassischen Messgeräten umgehen,
- sowie spezifische Regelungsalgorithmen erkennen und verstehen,

um als Ingenieure

- Erneuerbare Energieerzeugungsanlagen zu konzeptionieren und zu dimensionieren,
- Leistungselektronische Komponenten für EE zu entwickeln und
- für EE spezifische Regelungen zu entwerfen.

**Modulinhalte**

**Vorlesung / Übungen**

Überblick über die verschiedenen erneuerbaren Energieträger und deren Potentiale Photovoltaik; Windkraft etc.

Prinzipien von Konvertern im Netzparallelbetrieb und von Inselwechselrichtern für Photovoltaikanlagen

Physik der Solarzelle

Leistungselektronische Topologien - Besonderheiten bzgl. des floatenden DC-Potenzials

Systemarchitekturen: Zentral-, String- und Modulwechselrichter

Steuerungsverfahren: PWM, MPP-Tracking etc.

Prinzipien von Windkraftanlagen

doppeltgespeiste Asynchronmaschine

Anlage mit Synchronmaschine

windkraftspezifische Regelungsverfahren

Die Studierenden können elektronische und elektromagnetische Strukturen, Topologien und Regelungsverfahren verschiedener erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen (Photovoltaik, Wind etc.), mit dem Fokus auf deren Stellglieder, erläutern.

Die Studierenden lernen Methoden zur dynamischen Beschreibung und Regelung erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen kennen und erhalten dadurch Entscheidungskompetenz.

Die Studierenden besitzen Erfahrungen im Umgang mit Leistungselektronik, Antrieben, klassischen Messgeräten und sind in der Lage, Stellglieder mit einem Simulationstool zu modellieren.

Die Studierenden besitzen die Fähigkeit elektrische Stellglieder für erneuerbare Energieerzeugungsanlagen zu verstehen, zu dimensionieren und zu regeln.

Die Studierenden besitzen Sie die Fähigkeit, die gesamte anlagenspezifische Systemtechnik in Wesentliche Teilabschnitte zu zergliedern, einzelne Aspekte zu entwickeln oder zu projektieren und damit einzelne Schritte einer Synthese durchzuführen.

Der Realitätsbezug, insbesondere im Hinblick auf neue regulatorische, normative Rahmenbedingungen, welche mit der Energiewende einhergehen, wird hergestellt. Damit ist der Studierende in der Lage, die Stellglieder auch im übergeordneten Kontext als Teil eines intelligenten Netzes zu beschreiben, um später die richtigen Stellglieder auszuwählen bzw. zu entwickeln.

**Praktikum**

In einem ersten Versuch wird ein Wechselrichter für eine Photovoltaikanlage beispielhaft modelliert und mit einem Simulationstool simuliert. Hierbei wird ein besonderes Augenmerk auf die anlagenspezifischen Regelungsverfahren (MPP-Tracking etc.) gerichtet. Danach wird ein kommerzieller Wechselrichter vermessen und analysiert.

In einem zweiten Versuch wird eine doppeltgespeiste Asynchronmaschine samt Konvertern als Stellglied für Windkraftanlagen untersucht.

Die Studierenden können mit einem üblichen kommerziellen Werkzeug zur Modellierung und Simulation umgehen.

Die Studierenden verstehen das Arbeitsverhalten leistungselektronischer Stellglieder.

Die Studierenden können Aufgaben in einem kleinen Team lösen.

Sie können Messergebnisse analysieren und daraus Erkenntnisse über das Messobjekt gewinnen.

Sie können ein reales System modellieren und simulieren.

**Lehr- und Lernmethoden**                   ▪ Vorlesung / Übungen  
   ▪ Praktikum

**Prüfungsformen mit Gewichtung**                   ▪ begleitend: mündlicher Beitrag [unbenotet] und  
   ▪ abschließend: mündliche Prüfung [100%]

**Workload**                               150 Stunden

**Präsenzzeit**                           45 Stunden  $\hat{=}$  4 SWS

**Selbststudium**                       105 Stunden

**Empfohlene Voraussetzungen**   Grundlagen der Elektrotechnik  
   Leistungselektronik  
   Grundlagen elektrischer Antriebe  
   Analoge Signale und Systeme

**Zwingende Voraussetzungen**       Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 8 Unterrichtsstunden

**Kapazitätsbeschränkte Zulassung** nein

**Empfohlene Literatur**

- Hau E.: Windkraftanlagen - Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, Springer Verlag
- Mertens, K.: Photovoltaik - Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis, Hanser Verlag
- Sahan, B.: Wechselrichtersysteme mit Stromzwischenkreis zur Netzanbindung von Photovoltaik-Generatoren, KDEE Kassel

**Enthalten in Wahlbereich**

- BTH - Beliebiger Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln
- WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

**Enthalten in Studienschwerpunkt**

**Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen**

- LSPW in Master Communication Systems and Networks PO3
- LSPW in Master Communication Systems and Networks PO4
- LSPW in Master Elektrotechnik PO3

**Besonderheiten und Hinweise**

**Letzte Aktualisierung** 10.12.2025, 14:41:41

## 6.22 MAA - Masterarbeit

<b>Modulkürzel</b>	MAA
<b>Modulbezeichnung</b>	Masterarbeit
<b>Art des Moduls</b>	Pflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	MAA - Masterarbeit
<b>ECTS credits</b>	27
<b>Sprache</b>	deutsch, englisch bei Bedarf
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	3
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Studiengangsleiter(in) Master Technische Informatik (Informatik und Systems-Engineering)
<b>Dozierende*r</b>	verschiedene Dozenten*innen (diverse lecturers)

### Learning Outcome(s)

Das Modul vermittelt folgende Kenntnisse und Fertigkeiten:

- Komplexe Aufgabenstellungen beurteilen
- Selbständiges Verfassen eines längeren wissenschaftlichen Textes
- Gute Praxis des wissenschaftlichen Arbeitens anwenden
- Darstellung von Forschungsergebnissen in Form eines wissenschaftlichen Artikels nach den Vorgaben gängiger Fachzeitschriften bzw. Konferenzen
- Selbständiges und systematisches Bearbeiten einer komplexen ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellung unter Verwendung wissenschaftlicher Methoden
- Lösungsstrategien entwickeln und umsetzen
- Wissenschaftliche Literatur recherchieren und auswerten
- Eigene Arbeit bewerten und einordnen

Individuelle Vereinbarung des Studierenden mit einem Dozenten der MT bzw. F07 über eine qualifizierte Ingenieurstätigkeit mit einer studiengangsbezogenen Aufgabenstellung mit wissenschaftlichem Anspruch. Die Masterarbeit kann auch extern in einer Forschungsorganisation, einem Wirtschaftsunternehmen o.ä. durchgeführt werden. Die Betreuung erfolgt durch den Dozenten. Die Masterarbeit adressiert die Entwicklung komplexer Medientechnologien unter interdisziplinären Bedingungen (HF1) und das wissenschaftliche Arbeiten um wissenschaftliche Erkenntnisse zu erweitern (HF2)."

### Modulinhalte

#### Abschlussarbeit

Die Masterarbeit ist eine schriftliche Hausarbeit. Sie soll zeigen, dass die oder der Studierende befähigt ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Thema aus ihrem oder seinem Fachgebiet sowohl in seinen fachlichen Einzelheiten als auch in den fachübergreifenden Zusammenhängen nach wissenschaftlichen und fachpraktischen Methoden selbstständig zu bearbeiten. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit kann auch bei der Abschlussarbeit berücksichtigt werden.

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Abschlussarbeit
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	▪ abschließend: Abschlussarbeit [100%]
<b>Workload</b>	810 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	0 Stunden $\hat{=}$ 0 SWS
<b>Selbststudium</b>	810 Stunden

<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Siehe Prüfungsordnung §26
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	siehe Prüfungsordnung §26 Abs. 1
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ MAA in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ MAA in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ MAA in Master Elektrotechnik PO3</li> <li>▪ MAA in Master Medientechnologie PO3</li> <li>▪ MAA in Master Medientechnologie PO4</li> <li>▪ MAA in Master Technische Informatik PO3</li> <li>▪ MAA in Master Informatik und Systems-Engineering PO1</li> </ul>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	Siehe auch Prüfungsordnung §24ff. Kontaktieren Sie frühzeitig eine Professorin bzw. einen Professor der Fakultät für die Erstbetreuung der Abschlussarbeit.
<b>Letzte Aktualisierung</b>	14.11.2025, 08:32:05

### 6.23 MARA - Reflexion Auslandssemester

<b>Modulkürzel</b>	MARA
<b>Modulbezeichnung</b>	Reflexion Auslandssemester
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	MARA - Reflexion Auslandssemester
<b>ECTS credits</b>	6
<b>Sprache</b>	deutsch, englisch bei Bedarf
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Studiengangsleiter(in) Master Technische Informatik (Informatik und Systems-Engineering)
<b>Dozierende*r</b>	verschiedene Dozenten*innen (diverse lecturers)

#### Learning Outcome(s)

Die Studierenden reflektieren kulturelle, gesellschaftliche und strukturelle Gemeinsamkeiten und Unterschiede ihrer Heimathochschule/-land und der Gasthochschule/-land. Sie werden dadurch in die Lage versetzt, bewusste Entscheidungen hinsichtlich ihrer zukünftigen akademischen und beruflichen Mobilität zu treffen.

Die Studierenden reflektieren die persönlichen Erfahrungen, die sie während ihres Auslandssemesters gemacht haben, um ihr allgemeines Wertebewusstsein kritisch zu hinterfragen und ggf. zu justieren.

#### Modulinhalte

##### *Seminar*

Die Studierenden können kulturelle, gesellschaftliche und strukturelle Gemeinsamkeiten und Unterschiede ihrer Heimathochschule/-land und der Gasthochschule/-land reflektieren. Sie werden dadurch in die Lage versetzt, bewusste Entscheidungen hinsichtlich ihrer zukünftigen akademischen und beruflichen Mobilität zu treffen.

Die Studierenden können die persönlichen Erfahrungen, die sie während ihres Auslandssemesters gemacht haben, reflektieren, um ihr allgemeines Wertebewusstsein kritisch zu hinterfragen und ggf. zu justieren.

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Seminar
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	▪ begleitend: mündlicher Beitrag oder Hausarbeit oder Lernportfolio [unbenotet]
<b>Workload</b>	180 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	12 Stunden $\hat{=}$ 1 SWS
<b>Selbststudium</b>	168 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	<b>Ein in der Regel einsemestriger oder längerer Studienaufenthalt an einer ausländischen Hochschule ist Voraussetzung für die Teilnahme.</b>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	Seminar erfordert Anwesenheit im Umfang von: 1 Termin
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln

---

**Enthalten in  
Studienschwerpunkt**

---

**Verwendung des  
Moduls in  
weiteren Studiengängen**

- MARA in Master Communication Systems and Networks PO4
- MARA in Master Medientechnologie PO4
- MARA in Master Informatik und Systems-Engineering PO1

---

**Besonderheiten und  
Hinweise**

Diese Lehrveranstaltung richtet sich ausschließlich an Studierende, die ein Auslandssemester absolviert haben.

---

**Letzte Aktualisierung** 17.10.2025, 14:48:28

**6.24 MLWR - Maschinelles Lernen und wissenschaftliches Rechnen**

<b>Modulkürzel</b>	MLWR
<b>Modulbezeichnung</b>	Maschinelles Lernen und wissenschaftliches Rechnen
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	MLWR - Maschinelles Lernen und wissenschaftliches Rechnen
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch, englisch bei Bedarf
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Sommersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Beate Rhein
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Beate Rhein (Professorin Fakultät IME)

**Learning Outcome(s)**

Was:

fortgeschrittene Methoden des maschinellen Lernens auf typische Datensätze der technischen Informatik anwenden  
 Fallstricke des Maschinellen Lernens in der Vorgehensweise erkennen  
 für eine Aufgabenstellung das geeignete Verfahren bestimmen und anwenden können  
 Qualität von Datensätzen beurteilen und verbessern  
 Datenschutzgesetze kennen  
 weit verbreitete Software des maschinellen Lernens anwenden

Womit:

Die Methoden werden anhand eines Vortrags oder per Lernvideos vermittelt und in Vorlesung und Übung direkt angewendet. Jeder Student wird ein Projekt durchführen (je nach Anzahl der Studierenden in Gruppenarbeit), bei der er sich Teile des Stoffes selber erarbeitet.

Wozu:

Maschinelles Lernen wird bei den späteren Arbeitgebern immer mehr eingeführt, etwa in der Robotik, aber auch zur Überwachung und Steuerung von Produktionsprozessen oder Energiesystemen und zur Auswertung von Kundendaten, hier ist ein verantwortlicher Einsatz von Daten wichtig.

**Modulinhalte**

**Vorlesung / Übungen**

- Übersicht Maschinelles Lernen
- End-to-End Projekt Maschinelles Lernen
  - Datenvorbereitung
  - Skalierung
- Klassifikationsverfahren
  - Performanzmaße
  - Verfahren
- Regressionsverfahren
  - Klassische Verfahren
  - Verfahren des Maschinellen Lernens
- Unüberwachtes Lernen
- Einführung in Neuronale Netze
  - Perzeptron
  - Feed Forward Neural Network
  - Architektur
  - Training
- Einführung in große Sprachmodelle
  - Embeddinges
  - Transformer Architektur
  - Klassifikation und Regression mit LLMs
  - Retrieval Augmented Generation
- Erklärbares und faires Maschinelles Lernen

**Praktikum**

Anwendung und Programmierung von Verfahren der Approximation, der multikriteriellen Optimierung oder des maschinellen Lernens  
 numerische Verfahren effizient implementieren  
 Algorithmen hinsichtlich ihrer Komplexität bewerten

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung / Übungen</li> <li>▪ Praktikum</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: Projektarbeit [20%] und</li> <li>▪ abschließend: mündliche Prüfung [80%]</li> </ul>
<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	45 Stunden $\hat{=}$ 4 SWS
<b>Selbststudium</b>	105 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Grundkenntnisse in Wahrscheinlichkeitsrechnung und maschinellem Lernen
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung / Übungen erfordert Anwesenheit im Umfang von: 6 Stunden</li> <li>▪ Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 2 Termine</li> <li>▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Praktikum</li> </ul>
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein

- Empfohlene Literatur**
- A. Geron: Hand-on Machine Learning, O'Reilly Verlag
  - J. Alamar: Hands-on Large Language Models, O'Reilly Verlag

- Enthalten in Wahlbereich**
- BTH - Beliebigen Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln
  - WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

**Enthalten in Studienschwerpunkt**

- Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen**
- MLWR in Master Elektrotechnik PO3
  - MLWR in Master Medientechnologie PO3
  - MLWR in Master Medientechnologie PO4
  - MLWR in Master Technische Informatik PO3
  - MLWR in Master Informatik und Systems-Engineering PO1

**Besonderheiten und Hinweise**

**Letzte Aktualisierung** 5.1.2026, 08:46:30

## 6.25 NGN - Next Generation Networks

<b>Modulkürzel</b>	NGN
<b>Modulbezeichnung</b>	Next Generation Networks
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	NGN - Next Generation Networks
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	englisch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Sommersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Andreas Grebe
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Andreas Grebe (Professor Fakultät IME)

### Learning Outcome(s)

What?

Understanding architectures and service signalling in Next Generation Networks (All-IP Networks). Competences to evaluate, analyze, design, implement and test NGN components and service areas with heterogeneous service requirements.

How?

Based on Bachelor-level competences on IP networking and services, students learn standards, design principles, architectures and sample implementations of Next Generation Networks and services in lectures and exercises. In a small team and organized as semester project, students develop their own NGN service solution, optionally based on existing systems, and learn how to design, implement and analyze their own service solution.

What for?

To be able to design, analyze, select, use and apply actual and future network services, based on All-IP networks for enterprise networks, telecommunication networks and mobile networks.

**Modulinhalte**

**Vorlesung / Übungen**

Vermittlung von Grundkenntnissen und Implementierungswissen über die Definition von Next Generation Network (NGN) durch ITU-T, IP Multimedia Subsystem (IMS) durch 3GPP und ETSI sowie Next Generation Internet (NGI) Definition durch IETF, ITU-T Standards, Multimedia Services in NGN, VoIP, Video-over-IP, RTP Kapselung, Service Signaling, SIP-Protokoll, SIP Digest Authentication, SDP-Servicebeschreibung und -Fähigkeiten, SIP-Server, Session Border Controller (SBC), SIP-Gateway-Technologien, SIP-Routing, NAT-Gateways, NAT-Lösung, SRR, STUN, TURN, IMS in Mobilfunknetzen, IMS in Festnetzen, VoIP in Unternehmensnetzen. IMS in virtuellen Netzwerk-Core.

Studierende evaluieren Anforderungen an NGN Services und planen, implementieren und analysieren NGN Services auf Basis der SIP Signalisierung oder alternativer Signalisierungsprotokolle. Sie besitzen die Kompetenzen zur Funktionsanalyse und Fehlersuche durch deep packet inspection (DPI) Protokollanalyse. Sie evaluieren die Performanz von NGN Services in Bezug auf Zeitverhalten, Durchsatz, Verzögerungen, Jitter Robustheit bei Paketfehlern und Sicherheitsaspekten.

**Praktikum**

Konzepte und Technologien für NGN oder NGI benennen, strukturieren, einordnen. Netzanalysetechniken und Tools beherrschen, Methoden für NGN Services und zur Netzplanung kennen.

Projektpraktikum in einem kleinen Team (2-3 Teammitglieder) zu aktuellen Technologien im Bereich der NGN-Dienste und NGI-Dienste.

NGN/NGI Umgebung und NGN Service planen, implementieren und analysen inklusive der Sicherheitsaspekte und Protokollanalyse mit Evaluierung der Performance.

Die Ergebnisse werden während des Praktikums überprüft, in einem Bericht zusammengefasst und in der Klasse präsentiert. Individuelle Projektvorschläge von Studierenden sind erwünscht.

**Lehr- und Lernmethoden**

- Vorlesung / Übungen
- Praktikum

**Prüfungsformen mit Gewichtung**

- begleitend: Übungspraktikum [unbenotet] und
- abschließend: (elektronische) Klausur oder mündliche Prüfung [100%]

**Workload** 150 Stunden

**Präsenzzeit** 45 Stunden  $\hat{=}$  4 SWS

**Selbststudium** 105 Stunden

**Empfohlene Voraussetzungen**

- Modul BSN: Bachelor Level Networking Knowledge and Skills like taught in BSN. Fundamentals of Networks and Protocols (typically Bachelor Level) Layered Communications and Protocol Stacks (ISO/OSI, IETF TCP/IP, IEEE), LAN, MAN, WAN, Fixed Line and Mobile Network Fundamentals, Data Link-Technologies (Ethernet, WiFi), IP-Networking (IPv4, IPv6), IP Routing Protocols (static Routes, RIP, OSPF, BGP), Transport Protocols (TCP (incl. Flow Control / Congestion Control), UDP) and Port Numbers, Application Protocols (HTTP, Request-Response Pattern, Publish-Subscribe Pattern).
- Bachelor-Level Kenntnisse zu Protokollen und Schichtenmodellen, Internetprotokollen (UDP, TCP, IP, HTTP, FTP), IP Adressierung (IPv4, IPv6), Routingtechniken (IP Routing, Funktionsweise eines Router, Routingprotokolle, RIP, OSPF), Übertragungssystemen und Schicht-2-Protokollen, Ethernet. Verständnis von verteilten Systemen und Applikationen, Socketbegriff und Client-/Server-Programmierung, Request-Response Pattern, Publish-Subscribe Pattern.

**Zwingende Voraussetzungen**

- Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 6 Meilensteintermine und Projektvorstellungen
- Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Praktikum

**Kapazitätsbeschränkte Zulassung** ja, gemäß bewilligtem Antrag

- Empfohlene Literatur**
- J. Kurose, K. Ross: Computer Networking: A Top-Down Approach, Global Edition, Prentice Hall, 7th ed., 2016
  - A. S. Tanenbaum, D. J. Wetherall: Computer Networks, Pearson , 5th ed., 2013
  - U. Trick, F. Weber: SIP und Telekommunikationsnetze: Next Generation Networks und Multimedia over IP – konkret, De Gruyter Oldenbourg Verlag, 4. Auflage 2015
  - J. F. Durkin: Voice-enabling the Data Network, Cisco Press 2010
  - G. Camarillo, M.A. García-Martín: The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS), John Wiley Verlag, 2006
  - W. Stallings: Foundations of Modern Networking, Pearson Education, 2016
  - J. Doherty: SDN and NFV Simplified, Pearson Education, 2016
  - J. Edelman: Network Programmability and Automation, O'Reilly 2018
  - J. van Meggelen, R. Bryant, L. Madsen: Asterisk: The Definitive Guide: Open Source Telephony for the Enterprise, O'Reilly Media, 5th Ed. 2019

- 
- Enthalten in Wahlbereich**
- BTH - Beliebige Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln
  - WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

---

**Enthalten in Studienschwerpunkt**

- Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen**
- NGN in Master Communication Systems and Networks PO3
  - NGN in Master Communication Systems and Networks PO4
  - NGN in Master Technische Informatik PO3
  - NGN in Master Informatik und Systems-Engineering PO1

---

**Besonderheiten und Hinweise**

**Letzte Aktualisierung** 22.10.2025, 11:22:18

## 6.26 NLO - Nichtlineare Optik

<b>Modulkürzel</b>	NLO
<b>Modulbezeichnung</b>	Nichtlineare Optik
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	NLO - Nichtlineare Optik
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Sommersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Uwe Oberheide
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Uwe Oberheide (Professor Fakultät IME)

### Learning Outcome(s)

Die Studierenden verstehen die grundlegenden Eigenschaften von Licht und Materie bei hohen Lichtintensitäten, indem sie die zugrunde liegenden Prozesse mathematisch, physikalisch und technisch analysieren und in idealisierter Umgebung beschreiben, damit sie in ihrer Abschlussarbeit und Berufsalltag passende Komponenten und Verfahren zur Lichtbeeinflussung und Materialbearbeitung insbesondere mit ultrakurzen Laserpulsen auswählen können.



- Empfohlene Literatur**
- Boyd – Nonlinear Optics, Elsevier
  - Pedrotti – Optik für Ingenieure, Springer
  - Saleh, Teich – Grundlagen der Photonik, Wiley VCH

- Enthalten in Wahlbereich**
- BTH - Beliebigen Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln
  - SV - Studienschwerpunktmodule
  - WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

**Enthalten in Studienschwerpunkt** OT - Optische Technologien

- Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen**
- NLO in Master Communication Systems and Networks PO3
  - NLO in Master Communication Systems and Networks PO4
  - NLO in Master Elektrotechnik PO3

**Besonderheiten und Hinweise**

**Letzte Aktualisierung** 19.7.2025, 14:32:16

## 6.27 OSA - Optische Spektroskopie und Anwendungen

<b>Modulkürzel</b>	OSA
<b>Modulbezeichnung</b>	Optische Spektroskopie und Anwendungen
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	OSA - Optische Spektroskopie und Anwendungen
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Sommersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Michael Gartz
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Michael Gartz (Professor Fakultät IME)

### Learning Outcome(s)

Was: Die Studierenden können optische Messprobleme analysieren und eigene Spektrometer-Systeme synthetisieren und hinsichtlich der optischen und wirtschaftlichen Eigenschaften bewerten. Sie können Spektrometer designen, konstruieren, realisieren und damit die aus den Kundenanforderungen extrahierten Messgrößen optimal bestimmen und die Ergebnisse interpretieren.

Womit: indem die Studierenden mittels der Projektarbeit die in den Vorlesungen vermittelten Theorien anwenden, beurteilen und bewerten, mittels eigener Recherchen und Projektbesprechungen ihren Lösungsansatz entwickeln, realisieren und in eigenen Vorträgen darstellen, präsentieren und bewerten,

Wozu: um später in Entwicklungsabteilungen von optischen Messtechnikunternehmen Messprobleme zu verstehen, zu analysieren, konstruktive Lösungen zu erarbeiten und zu realisieren bis zum serienreifen Endprodukt. Um als beratende Ingenieure Kundenprobleme zu analysieren und mit am Markt befindlichen Systemen Applikationen zu erstellen, die die optischen Messprobleme lösen oder am Markt befindliche Messsysteme beurteilen und bewerten können, ob sie zur Lösung geeignet sind. Um erarbeitete oder bewertete optische Lösungen wissenschaftlich einwandfrei zu präsentieren.

## Modulinhalte

### Vorlesung

Erste Anwendung: Schichtdickenmessung mittels optischer Spektroskopie

- Grundlagen der Spektroskopie:
  - Winkeldispersion und lineare Dispersion
  - Prisma und Gitter
  - nutzbarer Spektralbereich des Gitters
  - Gittertypen
  - Herstellungsverfahren
  - Vergleich: Gitter und Prisma
  
- Aufbau des Prismenspektrometers
- Aufbau des Gitterspektrometers
- Auflösungsvermögen
- Störeffekte im Spektrometer
- Strahlungsquellen
- Detektoren
- Empfänger
- Filter
- Kalibrierung von Spektrometern

Kenngößen von Spektrometern

Kommerzielle Spektrometer

Fourier Spektroskopie

Anwendungen: Raman Spektroskopie, Farbmessung, Schichtdickenmessung, Spektrale Element Analyse

berechnen: der spektralen Auflösung, der Winkel- und Linear-Dispersion, des freien Spektralbereichs

auswählen eines Spektrometers, einer Strahlungsquelle für eine spezielle Messaufgabe

bestimmen der Transmissionskurve diverser optischer Bauteile

beurteilen der Empfindlichkeit eines Spektrometers

analysieren von Messaufgaben aus dem Bereich der optischen Spektroskopie

### Projekt

Spektrometer Aufbauten justieren

optische Spektren aufnehmen, auswerten und dokumentieren

Ergebnisse auf Plausibilität überprüfen

Zusammenhänge erkennen und verstehen

Auswählen des Spektrometertyps für eine spezielle Messaufgabe

Umrechnung der verschiedenen spektralen Darstellungsarten

analysieren einer spektroskopischen optischen Messaufgabe

konzipieren eines Lösungsansatzes für die analysierte Messaufgabe

Präsentation einer Projektskizze

Milestone-Präsentation zur Überprüfung des Projektfortschrittes

Abschluss-Präsentation mit Darlegung des realisierten Lösungsansatzes

grundlegende Spektrometer Aufbauten selber realisieren

naturwissenschaftlich / technische Gesetzmäßigkeiten mit einem optischen Aufbau erforschen

selbst gewonnenen Messreihen auswerten und bewerten

Komplexe technische Aufgaben im Team bearbeiten

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung</li> <li>▪ Projekt</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: Projektarbeit [unbenotet] und</li> <li>▪ abschließend: mündliche Prüfung [100%]</li> </ul>
<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	34 Stunden $\hat{=}$ 3 SWS
<b>Selbststudium</b>	116 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Geometrische Optik Radiometrie, Fotometrie, Strahlungsphysik Optische Messtechnik Wellenoptik Mathematik 1 / 2 Physik 1 / 2
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projekt erfordert Anwesenheit im Umfang von: 3 Projektpräsentationen</li> <li>▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Projekt</li> </ul>
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Demtröder, Laser-Spektroskopie, Springer</li> <li>▪ Demtröder, Experimentalphysik 2, Springer</li> <li>▪ Schmidt Werner, Optische Spektroskopie, Wiley-VCH</li> <li>▪ Pedrotti, Pedrotti, Bausch, Schmidt, Optik für Ingenieure, Grundlagen, Springer</li> <li>▪ Schröder, Treiber, Technische Optik, Vogel Verlag</li> <li>▪ Hecht, Optik, Oldenbourg</li> <li>▪ Bergmann, Schaefer, Bd.3, Optik, de Gruyter</li> <li>▪ Max Born und Emil Wolf, Principles of Optics, Cambridge University Press</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ OSA in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ OSA in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ OSA in Master Elektrotechnik PO3</li> </ul>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	19.7.2025, 14:32:16

## 6.28 PLET - Projektleitung

<b>Modulkürzel</b>	PLET
<b>Modulbezeichnung</b>	Projektleitung
<b>Art des Moduls</b>	Pflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	PLET - Projektleitung
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Wintersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Alexander Utz
<b>Dozierende*r</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prof. Dr. Alexander Utz (Professor Fakultät IME)</li>   <li>▪ Prof. Dr. Nicolas Bennerscheid (Professor Fakultät IME)</li> </ul>

### Learning Outcome(s)

Was: Die Studierenden haben organisatorische Kompetenz erworben und können Projekt planen, durchführen, dokumentieren, Produktanforderungen analysieren, Machbarkeit bewerten und Produktqualität planen. Sie können Projektstrukturpläne und Projektzeitpläne erstellen, Projektmeilensteine planen, Projektrisiken erkennen und mildern. Sie können den Einsatz von Personal und Sachressource planen, Reviews planen, Produktverifikation planen.

Die Studierenden haben Projektführungskompetenz erworben und können die Projektsteuerung mit agilen, evolutionären Vorgehensmodellen und dem Timeboxmodell durchführen. Sie können Projektmanagementwerkzeuge einsetzen, den Projektfortschritt überwachen / steuern und Projektergebnisse freigeben. Sie können den Entwicklungsprozess fortlaufend optimieren in unklaren Situationen entscheiden. Sie können den Entwicklungsverlauf dokumentieren, Projektberichte verfassen und verteidigen.

Die Studierenden haben Personalführungskompetenz erworben und können Aufgaben auf Teammitglieder nach individuellen Qualifikationen und Neigungen verteilen.

Sie können die Teambildung fördern, das Team koordinieren und zielorientiert und respektvoll kommunizieren und verbindliche Absprachen treffen und einfordern. Sie können Teamprozesse moderieren, potenzielle Konfliktsituationen erkennen und auflösen und Handlungsalternativen abwägen.

Womit: indem sie die in dem Teamleiter Seminar erlernten Kompetenzen und Fertigkeiten und die in dem Projektleiter-Workshop erlernten Projektleitungs-Tools und Kompetenzen anwenden.

Wozu: um später in den verschiedensten Industriebereichen Projekte mittels agilen, evolutionären Vorgehensmodellen, wie z.B. SCRUM, zu planen, durchzuführen, zu managen und zum Erfolg zu bringen.

## Modulinhalte

### Seminar

- Begriffe klassifizieren und abgrenzen
- charakteristische Eigenschaften von Entwicklungsprojekten erläutern
- technische und wirtschaftliche Ziele in Entwicklungsprojekten abstrakt definieren
- Aufgaben des Projektmanagements abstrakt definieren, erläutern und begründen
- grundlegende Erfolgs- und Misserfolgskriterien im Projektmanagement benennen und erläutern:
  - unerwartete Technische Probleme,
  - ungenügende Personalqualifikation,
  - unklare oder widersprüchliche Anforderungen,
  - schlechtes Projektmanagement,
  - ungenügende Unterstützung durch das Senior Management,
  - erweiterte Herausforderungen identifizieren, die durch eine arbeitsteilige Projektbearbeitung entstehen
- ausgewählte lineare und agile Vorgehensmodelle erläutern:
  - Phasenmodell
  - V-Modell
  - SCRUM
  - Timebox-Modell
- Vorgehensmodelle einordnen und vergleichen
- Projektentscheidungen
- grundlegende Aufgaben und erwartete Ergebnisse in Entwicklungsprojekten charakterisieren
- Planung und Steuerung der Produktqualität und des Entwicklungsprozesses
- Projektrisikomanagement
- Ressourcenmanagement
  - Dokumentation des Entwicklungsverlaufs
  - Spezifikation der Anforderungen und des Produktdesigns
  - Produkt-Entwicklung, -Herstellung, -Dokumentation
  - Verifikation und Validierung
  - Produktfreigabe und Produktüberwachung

Instrumente zur Steuerung von Teamprozessen charakterisieren

für das Lehrveranstaltungselement "Projekt" wesentliche Managementaufgaben, Meilensteine und Projektdokumente planen

wesentliche Managementaufgaben gedanklich durchführen und vorausschauend Projektrisiken ermitteln

wesentliche Projektmanagementwerkzeuge für Projekt(zeit)planung und Anforderungsspezifikation zielgerichtet handhaben

Vorgehen zur Teambildung planen, zu erwartende Herausforderungen und sinnvolle Maßnahmen ableiten

potenzielle Konfliktsituationen im Team erkennen und Handlungsalternativen diskutieren

### Projekt

- Team leiten und dabei
  - den Teammitgliedern das grundlegende Vorgehen im Projekt erläutern
  - Kompetenzen der Teammitglieder erfassen und einordnen
  - inhaltliche und terminliche Ziele vereinbaren
- Projekt leiten
- Projektrisiken ermitteln und sinnvolle Milderungsmaßnahmen planen, z.B. frühe Machbarkeitsstudien
- Projektzeitplan erstellen und pflegen
- agiles Vorgehensmodell in Verbindung mit Timebox-Modell anwenden, um einen minimalen Projekterfolg sicherzustellen
- ein für das Team erreichbares Minimalziel definieren
- erweiterte Ziele für schnelle Teams definieren
- Projektabschlussbericht verfassen
- Team leiten und dabei:
  - Zielerreichung kontrollieren und steuern,
  - Zusammenarbeit der Teammitglieder koordinieren,
  - Konfliktsituationen im Team erkennen und auflösen

- Projekt leiten:
  - Projektabschnitte planen, Projekt detaillieren
  - Aufgaben sinnvoll Teammitgliedern zuordnen
  - Inhaltliche Reviews mit den Teammitgliedern planen und durchführen
- Projektergebnisse im Team bewerten: Vorgehen im aktuellen Projektabschnitt retrospektiv bewerten und ggf. für den nächsten Projektabschnitt modifizieren
- Projektabschnitte dokumentieren
- Zugriff auf gemeinschaftlich genutzte Laborressourcen planen
- Projektentscheidungen mit dem Team treffen

**Lehr- und Lernmethoden**           ▪ Seminar  
   ▪ Projekt

**Prüfungsformen mit Gewichtung**   ▪ begleitend: Projektarbeit [unbenotet]

**Workload**                       150 Stunden

**Präsenzzeit**                   23 Stunden  $\hat{=}$  2 SWS

**Selbststudium**               127 Stunden

**Empfohlene Voraussetzungen**   grundlegende Kenntnisse zum Projektmanagement  
   grundlegende Erfahrungen als Mitglied von Projektteams

**Zwingende Voraussetzungen**    ▪ Projekt erfordert Anwesenheit im Umfang von: 8 Termine  
   ▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Projekt

**Kapazitätsbeschränkte Zulassung**   nein

**Empfohlene Literatur**           ▪ Hans-D. Litke, „Projektmanagement, Methoden, Techniken, Verhaltensweisen, Evolutionäres Projektmanagement“, Hanser  
   ▪ Ken Schwaber: Agiles Projektmanagement mit Scrum (Microsoft Press)  
   ▪ Litke, Kunow, Schulz-Wimmer, „Projekt-Management“, Taschenguide , Haufe  
   ▪ Stefan Kreiser, Skripte der Vorlesung Software Engineering f.d. Automatisierungstechnik: „Projektmanagement, Vorgehensmodelle“, ILIAS  
   ▪ Stanley E.Portny, „Projektmanagement für Dummies“, Wiley  
   ▪ Marcus Heidbrink, „Das Projektteam“, Haufe  
   ▪ Video Tutorial für SCRUM: <http://www.video2brain.com/de/videotraining/agile-softwareentwicklung-mit-scrum>

**Enthalten in Wahlbereich**

**Enthalten in Studienschwerpunkt**

**Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen**    ▪ PLET in Master Elektrotechnik PO3  
   ▪ PLET in Master Technische Informatik PO3  
   ▪ PLET in Master Informatik und Systems-Engineering PO1

**Besonderheiten und Hinweise**   Keine PSSO-Anmeldung erforderlich. Die Lehrveranstaltung beginnt bereits ca. 3 Wochen vor dem Vorlesungsbeginn. Weitere Hinweise finden Sie auf der Webseite des Studiengangs Master Elektrotechnik und Informationstechnik.

**Letzte Aktualisierung**       23.3.2026, 14:18:44

**6.29 QEKS (SEKM) - Qualitätsgesteuerter Entwurf komplexer Softwaresysteme**

<b>Modulkürzel</b>	QEKS
<b>Modulbezeichnung</b>	Qualitätsgesteuerter Entwurf komplexer Softwaresysteme
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	SEKM - Software Engineering mit Komponenten und Mustern
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch und englisch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Wintersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Stefan Kreiser
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Stefan Kreiser (Professor Fakultät IME)

**Learning Outcome(s)**

Studierende sind im Hinblick auf die Qualität eines Softwaresystems in der Lage:

- zur vorhersagbaren, effizienten Entwicklung eines Softwaresystems bzw. einer Softwarearchitektur zielgerichtet angemessene Wiederverwendungsstrategien und professionelle Modellierungs- und Entwicklungswerkzeuge sowie den Rahmenbedingungen insgesamt angemessene Projektstrukturen einzusetzen.
- die Softwarearchitektur für komplexe, verteilte Automatisierungssysteme unter Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen hinsichtlich der besonderen Zielsetzung des jeweiligen Automatisierungssystems zu analysieren, zu konzipieren, zu entwerfen, zu implementieren, zu prüfen und zu bewerten.
- die besonderen Anforderungen an die Servicequalität, an die Einsatzumgebung und die organisatorischen Rahmenbedingungen für die Entwicklung, die sich aus dem Entwicklungsprozess und einem angemessenen Lebenszyklusmanagement ergeben, zu erkennen und im Hinblick auf ihre Relevanz für die Softwarearchitektur des Automatisierungssystems zu analysieren und zu bewerten.

---

**Modulinhalte****Vorlesung / Übungen**

- Begriffe
  - Wert einer technischen Software
  - verteiltes Softwaresystem, Nebenläufigkeit
  - Softwarequalität, Dienstgüte, Refactoring
  - Komplexität (algorithmische, strukturelle), Emergenz
  - Wiederverwendung (Re-Use), Symmetrie und Symmetrioperationen, Abstraktion, Invarianten
- Methodische Ansätze zur qualitätsgesteuerten Wiederverwendung
  - Varianten für White Box Reuse
  - Black Box Reuse
  - Grey Box Reuse (Wiederverwendungshierarchie)
  - Re-Use in automatisierungstechnischen Softwaresystemen
    - Determinismus
    - Vorteile und Herausforderungen
  - angepasste Vorgehensmodelle und Personalstrukturen
    - vorhersagbare Zielerreichung in Entwicklungsprojekten (Produktqualität, Kosten, Zeit)
    - arbeitsteilige Entwicklung, Wartung und Pflege von Softwaresystemen
- Muster (Pattern)
  - Musterbeschreibung mit UML
  - grundlegende Architekturmuster
    - Erzeugungsmuster
    - Strukturmuster
    - Verhaltensmuster
    - klassenbasierte (statische) vs. objektbasierte (dynamische) Muster
  - grundlegende Muster für nebenläufige und vernetzte Echtzeitsysteme
    - Muster zur Kapselung und zur rollenbasierten Erweiterung von Layerarchitekturen
    - Muster für Nebenläufigkeitsstrukturen zur Durchsatzoptimierung und Latenzzeitminimierung
    - Muster zur verteilten Ereignisprozessierung
    - Muster zur Prozesssynchronisation
  - Aufbau und Nutzung von Musterkatalogen, Mustersprachen
  - musterbasierter Entwurf komplexer Softwaresysteme
- Komponenten und Frameworks
  - Designprinzipien
  - Schnittstellenarchitektur
  - aktive und passive Systemelemente
  - Entwurf, Programmierung und Test
    - Qualität
    - Konfiguration und Nutzung
- Middlewaresysteme in Architekturen technischer Softwaresysteme
  - ORB-Architekturen am Beispiel CORBA und TAO
  - integrierte Systemplattformen am Beispiel MS .NET
- Multiagentensysteme (MAS)
  - Architekturmodelle für Agenten
  - Kollaboration zwischen Agenten
  - Agentensprachen
  - Einsatzabwägung
- Muster zur Gestaltung komplexer Softwaresysteme einsetzen
  - Verwendungszweck, Einsatzgrenzen, invariante und parametrierbare Anteile von Mustern aus Literaturquellen in englischer und deutscher Sprache ableiten und diskutieren
  - Implementierungsskelette von Mustern nachvollziehen und auf Aufgabenstellungen mit eingeschränktem inhaltlichen Fokus transferieren
    - Vorteile objektorientierter Programmiersprachen diskutieren
    - wiederkehrende Aufgabenstellungen beim Entwurf komplexer SW-Systeme ableiten
    - Muster beispielhaft implementieren und Beispielimplementierungen prüfen
  - Muster sinnvoll kombinieren, um wiederkehrende Aufgabenstellungen mit verbreitertem inhaltlichen Fokus zu lösen
    - UML2-Notationen nutzen
    - Professionelles UML2-Entwurfswerkzeug für Round-Trip-Engineering nutzen

- Integration anhand der Beispielimplementierungen der zu kombinierenden Muster durchführen
- Integrationstest durchführen, Lösung bewerten und optimieren
- Black-Box-Komponenten musterbasiert konstruieren
- Komponentenbasierte Softwarearchitekturen analysieren
  - sinnvolle Anwendungsbereiche aus den Architekturvorgaben ableiten
  - Vorgehen zur Konstruktion von Anwendungen diskutieren (Anwendungsebene erkennen)
  - aktive und passive Systemelemente erkennen und Laufzeitverhalten ableiten
  - abstrakte Umgebungsschnittstellen zur Vernetzung, Konfiguration und Aktivierung von Komponenten erkennen
  - abstrakte Anwendungsschnittstellen zum Datenaustausch erkennen
  - Systemerweiterungspunkte finden (funktionale und strukturelle Parametrierungsebene erkennen)
- Verteilungsarchitekturen analysieren
  - Essenzielle Systemdienste erkennen, beschreiben, einordnen und begründen
  - strukturgebenden Architekturartefakten sinnvolle Lösungsmuster zuordnen
  - sinnvolle Anwendungsbereiche aus den Architekturvorgaben ableiten
  - Vorgehen zur Konstruktion von Anwendungen diskutieren (Anwendungsebene erkennen)
  - Eigenschaften und Einsatzgrenzen von Kommunikationsprotokollen diskutieren
  - vorgesehene Systemerweiterungspunkte finden
- Multiagentensysteme mit konventionellen Verteilungsarchitekturen vergleichen
  - Agent vs. Komponente
  - Architekturmodelle
  - Aktivierungsmechanismen
  - Verteilungsmechanismen
  - Kommunikationsprotokolle und Kollaborationsmechanismen
  - Einsatzgebiete und Einsatzgrenzen

**Seminar**

anspruchsvolle Seminarthemen können z. B. aus den folgenden oder fachlich angrenzenden Themengebieten definiert werden: - wiederverwendbare Artefakte zum Aufbau der Architektur verteilter Softwaresysteme, - professionelle Verteilungsarchitekturen, - Multiagentensysteme, - besondere betriebswirtschaftliche, haftungsrechtliche und ethische Anforderungen bei Softwaresystemen mit (verteilter) künstlicher Intelligenz und deren Auswirkungen auf die Gestaltung von Softwarearchitekturen

eigene Arbeitsergebnisse und Arbeitsergebnisse des Teams schriftlich und mündlich kompakt und zielgruppengerecht präsentieren

**Projekt**

- Softwareartefakt einer Verteilungsarchitektur für komplexe Softwaresysteme entwickeln
  - Projektierung in verteilten Teams mit agilem Vorgehensmodell durchführen
  - umfangreiche Systemanalyse hinsichtlich der Rolle des Artefakts in der Verteilungsarchitektur durchführen
  - Anforderungen an das Softwareartefakt ermitteln
  - Softwareartefakt basierend auf den Anforderungen spezifizieren und modellieren
    - Designprinzipien und Muster zum Erreichen definierter Qualitätsziele auswählen und begründen
    - Schnittstellen-, Verhaltens- und Strukturmodelle musterbasiert in UML2-Notationen iterativ herleiten
    - Professionelles UML2-Entwurfswerkzeug zielgerichtet einsetzen
    - Modelle verifizieren und bewerten, Modellfehler korrigieren und Modelle optimieren
  - Softwareartefakt in C++ programmieren
  - sinnvolle Prüfscenarien definieren und Softwareartefakt verifizieren
  - Qualität des Softwareartefakts bewerten
- Arbeitsergebnisse des Teams kompakt und zielgruppengerecht präsentieren

**Lehr- und Lernmethoden**

- Vorlesung / Übungen
- Seminar
- Projekt

**Prüfungsformen mit Gewichtung**

- begleitend: Projektarbeit [unbenotet] und
- abschließend: mündliche Prüfung [100%]

**Workload** 150 Stunden

**Präsenzzeit** 57 Stunden  $\hat{=}$  5 SWS

<b>Selbststudium</b>	93 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modul PLET: oder aus einem (naturwissenschaftlich-technischen) Bachelorstudium: - grundlegende Kenntnisse in (agilem) Projektmanagement</li> <li>▪ - Programmierkenntnisse in einer objektorientierten Programmiersprache, bevorzugt C++</li> <li>- Kenntnisse in Software-Modellierung mit Hilfe der Unified Modeling Language (UML) oder anderen (formalen) Sprachen, die das Modellieren von Schnittstellen, Verhalten und Strukturen unterstützen</li> <li>- grundlegende Kenntnisse in (agilem) Projektmanagement</li> <li>- grundlegende Softwarearchitekturmodelle</li> <li>- Kommunikationsmodelle in Softwaresystemen (OSI, TCPIP, Messaging)</li> </ul>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projekt erfordert Anwesenheit im Umfang von: 3 Termine</li> <li>▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Projekt</li> </ul>
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	ja, gemäß bewilligtem Antrag
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ D. Schmidt et.al.: Pattern-Oriented Software Architecture. Patterns for Concurrent and Networked Objects (Wiley)</li> <li>▪ Gamma et.al.: Design Patterns, (Addison-Wesley)</li> <li>▪ Martin Fowler: Refactoring, Engl. ed. (Addison-Wesley Professional)</li> <li>▪ U. Hammerschall: Verteilte Systeme und Anwendungen (Pearson Studium)</li> <li>▪ Andreas Andresen: Komponentenbasierte Softwareentwicklung m. MDA, UML2, XML (Hanser Verlag)</li> <li>▪ T. Ritter et. al.: CORBA Komponenten. Effektives Software-Design u. Progr. (Springer)</li> <li>▪ Bernd Oestereich: Analyse und Design mit UML 2.5 (Oldenbourg)</li> <li>▪ OMG Unified Modeling Language Spec., <a href="http://www.omg.org/um">www.omg.org/um</a></li> <li>▪ I. Sommerville: Software Engineering (Addison-Wesley / Pearson Studium)</li> <li>▪ K. Beck: eXtreme Programming (Addison-Wesley Professional)</li> <li>▪ Ken Schwaber: Agiles Projektmanagement mit Scrum (Microsoft Press)</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ SV - Studienschwerpunktmodule</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	AU - Automatisierungstechnik
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ QEKS in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ QEKS in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ QEKS in Master Elektrotechnik PO3</li> <li>▪ QEKS in Master Medientechnologie PO3</li> <li>▪ QEKS in Master Technische Informatik PO3</li> <li>▪ QEKS in Master Informatik und Systems-Engineering PO1</li> </ul>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	22.10.2025, 11:22:18

### 6.30 QM - Quantenmechanik

<b>Modulkürzel</b>	QM
<b>Modulbezeichnung</b>	Quantenmechanik
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	QM - Quantenmechanik
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Wintersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Uwe Oberheide
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Uwe Oberheide (Professor Fakultät IME)

#### Learning Outcome(s)

Die Studierenden besitzen ein Verständnis der Grundlagen quantenmechanischer Prozesse, indem sie anhand klassisch nicht erklärbarer Experimente die Entwicklung der Quantentheorie nachvollziehen und einfache, analytisch auswertbare Anwendungsfälle mathematisch beschreiben und auf reale Anwendungen der Elektrotechnik und Optik überführen, um in zukünftigen technischen Entwicklungen und Technologiefeldern Herausforderungen und Grenzen der Systeme einschätzen sowie wesentliche Strukturen im interdisziplinären Diskurs verstehen zu können.

#### Modulinhalte

##### Vorlesung

Das Versagen der klassischen Physik (Schwarzer Strahler, Lichtelektrischer Effekt, Compton-Effekt, Stern-Gerlach-Experiment, Bohrsches Atommodell, Materiewellen)  
 Quantenverhalten (Experimente mit Kugeln, Wellen und Elektronen; Grundprinzipien der Quantenmechanik; Unbestimmtheitsprinzip; Gesetze zu Kombination von Amplituden; Identische Teilchen)  
 Schrödinger Gleichung (Entwicklung der Wellengleichung; stationär, zeitabhängig)  
 einfache Potentialprobleme ( unendlich tiefer Potentialtopf, endlich tiefer Potentialtopf, Potentialstufe, Potentialbarriere, harmonischer Oszillator, Wasserstoffatom)  
 Grundprinzipien von Quantencomputern und Quantenkryptographie

vorgebene physikalische Probleme durch Aufstellung der Schrödingergleichung mathematisch beschreiben und Methoden zur Lösung der Differentialgleichungen anwenden (Separationsansätze, Grenzwertbetrachtungen)  
 physikalischen Lösungen bewerten und durch Analogien auswählen  
 Quanteneffekte analysieren und auf technische Anwendungen übertragen

##### Seminar

Diskurs über die quantenmechanischen Prozesse (Unschärfeprinzip, Welle-Teilchen-Dualismus, Wellenfunktionen/-pakete) und ihre Anwendungen in realen Systemen im Rahmen der Lehrveranstaltung

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung</li> <li>▪ Seminar</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: Hausarbeit [unbenotet] und</li> <li>▪ abschließend: mündliche Prüfung [100%]</li> </ul>
<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	34 Stunden $\hat{=}$ 3 SWS

<b>Selbststudium</b>	116 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	vertiefte Kenntnisse Mathematik (Integralrechnung, Differentialrechnung, Vektorgeometrie) Grundkenntnisse Physik (Schwingungen und Wellen, Doppelspalt, Interferenz, Thermodynamik, potentielle / kinetische Energie) Grundkenntnisse Elektrotechnik (magnetische und elektrische Felder, Bauelemente)
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Harris – Moderne Physik, Pearson Verlag</li> <li>▪ Feynman - Vorlesungen über Physik Band III:Quantenmechanik, Oldenbourg Verlag</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ SV - Studienschwerpunktmodule</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	OT - Optische Technologien
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ QM in Master Elektrotechnik PO3</li> <li>▪ QM in Master Medientechnologie PO3</li> <li>▪ QM in Master Technische Informatik PO3</li> <li>▪ QM in Master Informatik und Systems-Engineering PO1</li> </ul>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	19.7.2025, 14:32:16

### 6.31 RFSD - RF System Design

<b>Modulkürzel</b>	RFSD
<b>Modulbezeichnung</b>	RF System Design
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	RFSD - RF System Design
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	englisch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Wintersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Rainer Kronberger
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Rainer Kronberger (Professor Fakultät IME)

#### Learning Outcome(s)

In general: Students will learn how high frequency components of wireless communication systems work  
 Module-specific:  
 students will get a general introduction in rf systems  
 they will learn in detail how transmitters and receivers in wireless communication systems work  
 they will learn in detail how the components of such systems (LNA, mixer, amplifier, oscillator, etc.) work  
 they will learn about limitation effects and noise in such systems  
 they will learn how to adapt the components to each other and how to plan and design the complete system (transmitter and / or receiver)

#### Modulinhalte

##### *Vorlesung / Übungen*

Hochfrequenzsysteme und Anwendungen  
 Rauschen in Hochfrequenzsystemen und Baugruppen  
 Charakterisierung, Berechnung und Anwendung  
 Lineares und nichtlineares Schaltungsverhalten  
 Nichtlinearität zur Mischung, nichtlineares Verhalten von Verstärkern  
 Hochfrequenzsystemkomponenten  
 Sender, Empfänger, Oszillatoren

##### *Praktikum*

Die Studierenden lernen die Funktions- und Wirkungsweise von hochfrequenten Schaltungen und Baugruppe kennen und lernen, wie die hochfrequente System e aufgebaut und entwickelt werden.

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung / Übungen</li> <li>▪ Praktikum</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: Übungspraktikum [unbenotet] und</li> <li>▪ abschließend: (elektronische) Klausur oder mündliche Prüfung [100%]</li> </ul>
<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	45 Stunden $\hat{=}$ 4 SWS
<b>Selbststudium</b>	105 Stunden

<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Hochfrequenztechnik und Mikrowellentechnik
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Vorlesung / Übungen</li> <li>▪ Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 3 Labortermine und 1 Präsentationstermin</li> <li>▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Praktikum</li> </ul>
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kraus &amp; Carver Eletromagnetics, McGraw Hilll, 2006.</li> <li>▪ Michale Steer, Microwave and RF Design</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ RFSD in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ RFSD in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ RFSD in Master Medientechnologie PO3</li> <li>▪ RFSD in Master Medientechnologie PO4</li> <li>▪ RFSD in Master Technische Informatik PO3</li> <li>▪ RFSD in Master Informatik und Systems-Engineering PO1</li> </ul>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	19.7.2025, 14:32:16

**6.32 RM - Rastermikroskopie**

<b>Modulkürzel</b>	RM
<b>Modulbezeichnung</b>	Rastermikroskopie
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	RM - Rastermikroskopie
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Wintersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Stefan Altmeyer
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Stefan Altmeyer (Professor Fakultät IME)

**Learning Outcome(s)****Was:**

Das Modul vermittelt vertieftes MINT- und studiengangsspezifisches Fachwissen (K5, K6), schult sie Abstraktionsfähigkeit, Analysefähigkeit und sowie die Fähigkeit zur Bewertung komplexes Systeme (K7, K8, K9).

Vorlesungsbegleitend findet ein projektnahes Praktikum statt. Situations- und sachgerechtes argumentieren (K12) wird durch die Praktikumsgespräche geübt. Die eigenständige Bearbeitung komplexer wissenschaftlicher Aufgaben (K10) und die Projektorganisation (K13) wird ebenso trainiert

**Womit:**

Der Dozent vermittelt das vertieftem MINT- und einschlägigem Fachwissen in einer Vorlesung mit integrierten kurzen Übungsteilen und einem dedizierten Freiraum für fachliche Diskussionen, um Sprachgebrauch und Ausdrucksfähigkeit zu schulen und auf den wissenschaftlichen Diskurs vorzubereiten.

Weiterhin wird das Praktikum gezielt projektartig durchgeführt und wird wie ein kleiner Forschungsauftrag verstanden. Die Praktikumsaufgaben sind in Ihrer Fragestellung zunächst weit gefasst sind, müssen von den Studierenden selber konkretisiert werden und können dann mit einer weit reichenden zeitlichen Flexibilität abgearbeitet werden. Dazu erhalten die Studierenden zu jeder Zeit der Laboröffnungszeiten Zugang zu der Geräteausstattung. Begleitet wird das Praktikum von regelmäßigen, wissenschaftlichen Diskussionen.

**Wozu:**

Vorbereitung auf eine selbständige, forschende Tätigkeit, sowohl fachlich als auch organisatorisch. (HF1)

Anwendung tiefgreifende Fachkenntnisse im Bereich höchstauflösender Mess- und Analyseverfahren, die industriell als Mess- und Prüftechnologie zur Qualitätskontrolle von Produkten (HF2) eingesetzt werden, sowie Kompetenzvermittlung im Bereich der Überwachung von Produktionsprozessen (HF3)

## Modulinhalte

### *Vorlesung / Übungen*

Elektronenmikroskopie  
Welle-Teilchen-Dualismus von Elektronen und de Broglie Wellenlänge  
relativistischer Massenzuwachs  
Auflösungsvermögen Elektronen-optischer Systeme  
Tiefenschärfe im Elektronenmikroskop  
Elektronenemission  
Physik der Elektronenemission  
thermoionische Emission  
Schottky-Emission  
Feldemission  
technischer Aufbau von Elektronenemittern  
Brightness als Erhaltungsgröße im Elektronenstrahl  
magnetische Ablenkeinheiten  
Fokussierlinsen  
Bewegungsgleichung von Elektronen in Fokussierlinsen  
Ansätze zur Minimierung von Abbildungsfehlern in elektronenoptischen Systemen  
Scansysteme  
Elektron-Materie-Wechselwirkung  
Primärelektronen  
Sekundärelektronen  
Auger-Elektronen  
Röntgen-Kontinuum  
Charakteristische Röntgenstrahlung  
Kathodolumineszenz  
Everhart-Thornley Detektor  
Elektronen-Kontraste  
Topographie-Kontrast  
Material-Kontrast  
Gitterorientierungs-Kontrast  
Leitfähigkeitskontrast  
Anwendungsfälle und Grenzen

Tunnelmikroskopie  
Wellenfunktion  
Definition  
Stetigkeit und stetige Differenzierbarkeit  
Wahrscheinlichkeitsinterpretation  
Prinzip  
Potentialdiagramm  
Ferminiveau  
Austrittsarbeit  
quantenmechanische Berechnung der Tunnelwahrscheinlichkeit  
vorgespannte Tunnelbarriere und WKB Näherung  
Piezoantriebe  
physikalische Grundlagen  
Nichtlinearität, Hysterese, creep  
Grundzüge der Regelungstechnik im Tunnelmikroskop  
Präparation von Tunnelspitzen  
Bild als Messsignal  
Faltung von Objekt und Spitze  
Gitterauflösung und atomare Auflösung  
Anwendungsfälle und Grenzen

Kraftmikroskop  
Aufbau

Typen: contact mode, non contact mode, tapping mode, magnetic mode etc.

Anwendungsfälle und Grenzen

konfokale Mikroskopie

Prinzip der konfokalen Blenden

Prinzip des optischen Schneidens

laterale Auflösung und axiale Auflösung

Pupillenausleuchtung und Überstrahlung beim konfokalen LSM

Justageproblematik

Nipkow-Scheibe

Justagefreiheit

Probleme der Lichtausbeute und Reflexionen

rotierendes Mikrolinsenarray

konfokale Farblängsfehler-Sensoren

Anwendungsfälle und Grenzen

Elektronenmikroskopie

klassische und relativistische Elektronengeschwindigkeit berechnen

Wellenlänge von Elektronen berechnen

Auflösungsvermögen eines elektronenoptischen Systems berechnen

die unterschiedlichen Regime der Elektronenemission erläutern

die verschiedenen Elektron-Materie Wechselwirkungen erklären

die verschiedenen Elektronenlinsen skizzieren und erklären

den Aufbau eines Everhart-Thornley Detektors skizzieren und erklären

Tiefenschärfe einer Aufnahme berechnen

Tunnelmikroskopie

das Potential-Ort Diagramm für einen Tunnelprozess skizzieren und erläutern

den Ansatz zur Berechnung der Tunnelwahrscheinlichkeit darstellen

den Unterschied zwischen atomarer- und Gitterauflösung erklären

konfokale Mikroskopie

für gegebene laterale und axiale Auflösung die erforderlichen Pinholes dimensionieren

### Praktikum

Justage und Benutzung von

Elektronenmikroskopen

Tunnelmikroskopen

Kraftmikroskopen

konfokalen Mikroskopen

Messtechnische Aufgaben bearbeiten

Höhenmessungen

3D Topographien messen

Rauheiten Analysieren

Strukturen analysieren

Ultimative Auflösungsgrenzen finden

Interpretation von messtechnischen Befunden

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung / Übungen</li> <li>▪ Praktikum</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: Übungspraktikum [unbenotet] und</li> <li>▪ abschließend: mündliche Prüfung [100%]</li> </ul>
<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	45 Stunden $\hat{=}$ 4 SWS
<b>Selbststudium</b>	105 Stunden

<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	<p>Mathematik</p> <p>Differential- und Integralrechnung</p> <p>komplexe Zahlen</p> <p>Vektorrechnung</p> <p>Grundlagen der Differentialgeometrie</p> <p>Physik / Optik</p> <p>geometrische Optik</p> <p>Wellenoptik</p>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 5 Labortermine</li> <li>▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Praktikum</li> </ul>
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reimer: Scanning Electron Microscopy (Springer)</li> <li>▪ Meyer, Hug, Bennewitz: Scanning Probe Microscopy (Springer)</li> <li>▪ Wilhelm, Gröbler, Gluch, Heinz: Die konfokale Laser Scanning Mikroskopie (Carl Zeiss)</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ RM in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ RM in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ RM in Master Elektrotechnik PO3</li> </ul>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	19.7.2025, 14:32:16

### 6.33 SIM (FEM) - Simulation in der Ingenieurwissenschaft

<b>Modulkürzel</b>	SIM
<b>Modulbezeichnung</b>	Simulation in der Ingenieurwissenschaft
<b>Art des Moduls</b>	Pflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	FEM - Finite Elemente Methode in der Elektrotechnik
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Sommersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Wolfgang Evers
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Wolfgang Evers (Professor Fakultät IME)

#### Learning Outcome(s)

Die Studierenden können technische Systeme mit Hilfe von rechnergestützten, numerischen Simulationen berechnen, indem sie Modelle der realen Systeme bilden, diese als Modelle in einem Simulationsprogramm erstellen und unter den gewünschten Randbedingungen die Berechnungen durchführen und auswerten um später bei Entwicklungsaufgaben das Verhalten von zu entwickelnden Produkten im Voraus bestimmen und optimieren können.

#### Modulinhalte

##### *Vorlesung / Übungen*

Diskretisierung physikalischer Probleme am Beispiel einer elektrostatischen Anordnung

- Eindimensionales Modell
- Zweidimensionale Modell
- Ersatz der partiellen Ableitungen durch finite Differenzen
- Randbedingungen
- Aufstellen des linearen Gleichungssystems
- Verschiedene Methoden zur Lösung des Gleichungssystem
- Ergebnisdarstellung mit Interpolation
- Verwendung von randangepassten Gittern
- Lösen eines zweidimensionalen elektrostatischen Problems mit einer FEM-Software
- Ausnutzen von Symmetrien bei der Simulation
- Lösen eines zweidimensionalen magnetischen Problems mit einer FEM-Software
- Erweiterung des magnetischen Problems um nichtlineare Materialeigenschaften
- Erweiterung der Simulation durch programmgesteuerte Variation von Parametern und automatischer Ausgabe von Diagrammen mit Python

Durchführen und kritisches Bewerten von FEM-Simulationen zu verschiedenen physikalischen Effekten

##### *Projekt*

Durchführen und kritisches Bewerten von FEM-Simulationen zu verschiedenen physikalischen Effekten

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung / Übungen</li> <li>▪ Projekt</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: Projektarbeit [100%]</li> </ul>
<b>Workload</b>	150 Stunden

<b>Präsenzzeit</b>	45 Stunden $\hat{=}$ 4 SWS
<b>Selbststudium</b>	105 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	- Elektrostatik: Feldstärke, Flussdichte, Dielektrika - Elektromagnetismus: Feldstärke, Flussdichte, Fluss, magnetische Kreise, induzierte Spannung
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	nein
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Thomas Westermann, Modellbildung und Simulation</li> <li>▪ Thomas Westermann: Mathematik für Ingenieure</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ SIM in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ SIM in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ SIM in Master Elektrotechnik PO3</li> <li>▪ SIM in Master Technische Informatik PO3</li> <li>▪ SIM in Master Informatik und Systems-Engineering PO1</li> </ul>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	
<b>Letzte Aktualisierung</b>	19.7.2025, 14:32:16

### 6.34 SNEE - Stromnetze für erneuerbare Energien

<b>Modulkürzel</b>	SNEE
<b>Modulbezeichnung</b>	Stromnetze für erneuerbare Energien
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	SNEE - Stromnetze für Erneuerbare Energien
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Sommersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt (Professor Fakultät IME)

#### Learning Outcome(s)

Vor dem Hintergrund einer klima- und ressourcenschonenden Energiewende stehen unsere Stromnetze vor einem fundamentalen Wandel, der sich in den Zielen dieses Moduls widerspiegelt.

WAS: Die Studierenden erkennen die größten Herausforderungen an die elektrischen Verteilnetze und erarbeiten und bewerten Lösungsvorschläge.

WOMIT: Sie benennen die verschiedenen Netzformen, Komponenten und verwenden Fachbegriffe der elektrischen Netze. Sie berücksichtigen ihre Kenntnis der relevanten technischen und rechtlichen Vorgaben beim Anschluss von dezentralen Einspeisern an das Stromnetz. Sie kennen die verschiedenen Berechnungs-Methoden zur Analyse von elektrischen Netzen und wenden anwendungsbezogen die passende Methode an. Sie berücksichtigen die Grundlagen zur Steuerung und Regelung von elektrischen Netzen beim Einsatz von reglungstechnischen Berechnungsmethoden.

Aufbauend auf diesen Kompetenzen erstellen sie in Arbeitsgruppen Simulationsmodelle von elektrischen Netzen. Sie analysieren die Simulationsergebnisse anhand von vermittelten Rahmenbedingungen und bewerten die Ergebnisse anhand der selbst vorgegeben Ziele.

WOZU: Sie können später beurteilen, ob Stromnetze eines Netzbetreibers den zukünftigen Anforderungen genügen und sind in der Lage, einen sachgerechten Ausbau zu planen. Ferner können sie beurteilen, ob oder unter welchen Umständen ein Netzanschluss von dezentralen Einspeisern oder größeren Lasten möglich ist.

**Modulinhalte**

**Vorlesung**

- Die Studierenden benennen die verschiedenen Netzformen, Komponenten und verwenden Fachbegriffe der elektrischen Netze.
  - Sie berücksichtigen ihre Kenntnis der relevanten technischen und rechtlichen Vorgaben beim Anschluss von dezentralen Einspeisern an das Stromnetz.
  - Sie kennen die verschiedenen Berechnungs-Methoden zur Analyse von elektrischen Netzen und wenden anwendungsbezogen die passende Methode an.
  - Sie berücksichtigen die Grundlagen zur Steuerung und Regelung von elektrischen Netzen beim Einsatz von regelungstechnischen Berechnungsmethoden.
  - Zusammenfassend beinhaltet dies insbesondere die folgenden Lerninhalte:
    - Netzformen und Komponenten
    - Netzwerke berechnen und simulieren
    - Fehler-Management
    - Netz-Regelung
    - Netzanschluss von dezentralen Einspeisern
- Aufbauend auf diesen Kompetenzen führen Sie Projektarbeiten durch (siehe Projektarbeit).

**Projekt**

Aufbauend auf den in der Vorlesung (siehe Vorlesung) erworbenen Kompetenzen führen sie Projektarbeiten durch. Sie erstellen in Arbeitsgruppen Simulationsmodelle von elektrischen Netzen. Sie analysieren die Simulationsergebnisse anhand von vermittelten Rahmenbedingungen und bewerten die Ergebnisse anhand der selbst vorgegeben Ziele.

Projektthemen:

zukünftige Stromnetzbelastung durch

- Photovoltaik
- Elektromobilität
- Elektrische Wärmenutzung
- Elektrische Speicher

unter unterschiedlichen Randbedingungen wie z.B. Siedlungsgebiete

- Innenstadt
- Vorort
- Ländlicher Raum

Die Projektarbeit findet während Präsenzveranstaltungen mit Moderation des Dozenten sowie in Heimarbeit statt.

**Lehr- und Lernmethoden**           ▪ Vorlesung  
   ▪ Projekt

**Prüfungsformen mit Gewichtung**       ▪ begleitend: Projektarbeit [60%] und  
   ▪ abschließend: mündliche Prüfung [40%]

**Workload**                   150 Stunden

**Präsenzzeit**               34 Stunden  $\hat{=}$  3 SWS

**Selbststudium**           116 Stunden

**Empfohlene Voraussetzungen**       Grundlagen der Elektrotechnik, insbesondere komplexe Wechselstromrechnung und Drehstromsysteme

**Zwingende Voraussetzungen**

**Kapazitätsbeschränkte Zulassung**   nein

- Empfohlene Literatur**
- Klaus Heuck, Klaus-Dieter Dettmann, Detlef Schulz, "Elektrische Energieversorgung", 7. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2007. ISBN 978-3-8348-0217-0
  - Dieter Nelles, Christian Tuttas, "Elektrische Energietechnik", B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, 1998, ISBN 3-519-06427-8
  - Valentin Crastan, "Elektrische Energieversorgung 1: Netzelemente, Modellierung, stationäres Verhalten, Bemessung, Schalt- und Schutztechnik", 2. bearbeitete Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2007, ISBN 978-3-540-69439-7
  - „Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz – Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“, VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4105, Aug. 2011, verbindlich gültig ab 1.1.2012.

- Enthalten in Wahlbereich**
- BTH - Beliebiges Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln
  - SV - Studienschwerpunktmodule
  - WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

**Enthalten in Studienschwerpunkt** ET - Elektrische Energietechnik

- Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen**
- SNEE in Master Communication Systems and Networks PO3
  - SNEE in Master Communication Systems and Networks PO4
  - SNEE in Master Elektrotechnik PO3

**Besonderheiten und Hinweise**

**Letzte Aktualisierung** 10.12.2025, 16:48:05

### 6.35 SYE - Systemtechnik für Energieeffizienz

<b>Modulkürzel</b>	SYE
<b>Modulbezeichnung</b>	Systemtechnik für Energieeffizienz
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	SYE - Systemtechnik für Energieeffizienz
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch, englisch bei Bedarf
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Wintersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Johanna May
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Johanna May (Professorin Fakultät IME)

#### Learning Outcome(s)

Bestehende und neuartige Systeme und Produkte systematisch auf energetische Optimierungspotenziale hin analysieren und daraus Verbesserungen für die Energieeffizienz ableiten, indem funktionelle Anforderungen in technische Kennzahlen übersetzt werden, messtechnische Verfahren angewandt und eigene sowie Werte aus der Literatur kritisch bewertet werden, starke Einflussparameter ermittelt werden, Kreativitätsmethoden angewendet werden, mit starken Einflüssen Funktionsmodelle simuliert werden und die Sichtweisen verschiedener Stakeholder berücksichtigt werden, um später im Beruf damit neuartige Systeme energieeffizienter konzipieren zu können oder bei bestehenden Systemen Anhaltspunkte zur Verbesserung der Energieeffizienz zu ermitteln.

#### Modulinhalte

##### *Vorlesung / Übungen*

elektrische Leistungsmessung und Thermografie (Labor), Analyse von Lastprofilen und Simulation in python, Nutzung relevanter Normen zur Bewertung der energetischen Amortisationszeit, der Wirtschaftlichkeit und der Ökobilanz, Überblick über häufigste Energieeffizienzmaßnahmen (Druckluft, Beleuchtung, Abwärmenutzung)

funktionelle Anforderungen an Systeme und Produkte in technische Kennzahlen übersetzen und das sich steigernde Wissen darüber dokumentieren, messtechnische Verfahren anwenden und eigene und Daten aus der Literatur kritisch bewerten, Einflussgrößen ermitteln, Kreativitätsmethoden anwenden, starke Einflussfaktoren in Funktionsmodellen simulieren und quantitativ Verbesserungspotenziale evaluieren, Akzeptanz aus Sicht unterschiedlicher Stakeholder bewerten

##### *Praktikum*

Thermografie, Messung elektrischer Energie von mehr und weniger energieeffizienten Verbrauchern, Aufnahme von Lastprofilen (zuhause), kritische Betrachtung der jeweils entstehenden Messunsicherheiten

##### *Projekt*

Anwendung der in der Vorlesung vermittelten Methoden auf ein konkretes (jedes Semester) neues Projektthema im Themenumfeld Energieeffizienz, Teamprojekt

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung / Übungen</li> <li>▪ Praktikum</li> <li>▪ Projekt</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ begleitend: Projektarbeit [50%] und</li> <li>▪ abschließend: mündliche Prüfung [50%]</li> </ul>

<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	57 Stunden $\hat{=}$ 5 SWS
<b>Selbststudium</b>	93 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Bachelor Elektrotechnik, Erneuerbare Energien oder vergleichbar
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projekt erfordert Anwesenheit im Umfang von: 5 Projektermine, Präsentation, mündliche Prüfung</li> <li>▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Projekt</li> </ul>
<b>Kapazitätsbeschränkte Zulassung</b>	ja, gemäß bewilligtem Antrag
<b>Empfohlene Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M. Pehnt: Energieeffizienz: Ein Lehr- und Handbuch, Springer, 1. korrigierter Nachdruck 2010, ISBN 9783642142512</li> <li>▪ M. Günther: Energieeffizienz durch Erneuerbare Energien: Möglichkeiten, Potenziale, Systeme, Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015, ISBN 9783658067533</li> <li>▪ F. Wosnitza, H.G. Hilgers: Energieeffizienz und Energiemanagement: Ein Überblick heutiger Möglichkeiten und Notwendigkeiten, Vieweg + Teubner Verlag, 2012, ISBN 9783834886712</li> <li>▪ J. Hesselbach: Energie- und klimateffiziente Produktion: Grundlagen, Leitlinien und Praxisbeispiele, Vieweg + Teubner Verlag, 2012, ISBN 9781280786358</li> <li>▪ Recherche über scopus, Webinare der EU (leonardo)</li> </ul>
<b>Enthalten in Wahlbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTH - Beliebige Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln</li> <li>▪ SV - Studienschwerpunktmodule</li> <li>▪ WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich</li> </ul>
<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	ET - Elektrische Energietechnik
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ SYE in Master Communication Systems and Networks PO3</li> <li>▪ SYE in Master Communication Systems and Networks PO4</li> <li>▪ SYE in Master Elektrotechnik PO3</li> </ul>
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	nur für PO3: im Wintersemester Anmeldung der Prüfung gleichzeitig mit der Anmeldung zur ULP immer nur in Termin 1 (begleitende Prüfungsleistungen).
<b>Letzte Aktualisierung</b>	26.2.2026, 10:12:35

**6.36 TED - Theoretische Elektrodynamik**

<b>Modulkürzel</b>	TED
<b>Modulbezeichnung</b>	Theoretische Elektrodynamik
<b>Art des Moduls</b>	Pflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	TED - Theoretische Elektrodynamik
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Sommersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Holger Weigand
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Holger Weigand (Professor Fakultät IME)

**Learning Outcome(s)**

Mikroskopische/differentielle Beschreibung der Elektrodynamik kennenlernen  
 Bedeutung/Interpretation der mikroskopisch, differentiellen Maxwell- und Material-Gleichungen kennenlernen  
 makroskopische aus differentieller Beschreibung ableiten  
 Potentialentwicklungen zur näherungsweise Problemlösung anwenden  
 Analogien zwischen elektrischen und magnetischen Effekten zur Problemlösung kennenlernen

Lösungsansätze zu den Maxwell-Gleichungen kennenlernen und analysieren  
 elektrotechnischer Effekte aus Maxwellgleichungen ableiten  
 Potentialtheorien zur Lösung elektrotechnischer Fragestellungen anwenden  
 Vektoroperatoren und Integralsätze anwenden  
 3-dim Vektoranalysis und Integralsätze anwenden  
 Analogien zwischen elektrischen und magnetischen Effekten zur Problemlösung erkennen und nutzen  
 Kapazitäten und Induktivitäten beliebiger Ladungs- bzw. Stromverteilungen berechnen

**Modulinhalte**

**Vorlesung / Übungen**

- Einführung in die Elektrodynamik
- Ladungen, Ströme,
- Kräfte, Felder
- Klassische Elektrodynamik
- Elektrostatik
- Feld, Potential,
- Polarisation
- elektrostatische Energie
- Kapazität
- Multipolentwicklung
- Wechselwirkung von Ladungsverteilungen
- stationäres elektr. Strömungsfeld
- Magnetostatik
- Stationäres Magnetfeld
- Vektorpotential
- Magnetisierung
- magnetostatische Energie
- Induktivität
- quasistationäre elektromagnetische Felder
- Induktionsvorgänge
- Skineffekt
- schnellveränderliche elektromagnetische Felder
- Elektromagnetische Wellen
- Reflexion und Beugung
- Bedeutung jeder Maxwell-/Material-Gleichung kennen
- elektr./magn. Potential/Feld aus Ladungs-/Stromverteilung herleiten bzw. annähern
- Potenzreihenentwicklung für elektr./magn. Potential/Feld zu Monopol-, Dipol-, Quadrupol- bis höheren Momenten ableiten
- Kapazität/induktivität aus Ladungs-/Stromverteilung und elektro-/magnetostat. Energie herleiten
- Kontinuitätsgleichung / Kirchhoffsche Gesetze aus Maxwell-Gleichungen ableiten
- Diffusions-/Wellengleichung für elektr./magn. Feld aus Maxwell-Gleichungen ableiten und lösen
- makroskopische Probleme aus mikroskopisch/differentieller Beschreibung durch Integration lösen
- Lösung von Übungsaufgaben

**Lehr- und Lernmethoden** Vorlesung / Übungen

**Prüfungsformen mit Gewichtung** ■ abschließend: (elektronische) Klausur oder mündliche Prüfung [100%]

**Workload** 150 Stunden

**Präsenzzeit** 34 Stunden  $\hat{=}$  3 SWS

**Selbststudium** 116 Stunden

**Empfohlene Voraussetzungen** Vektoranalysis

**Zwingende Voraussetzungen**

**Kapazitätsbeschränkte Zulassung** nein

**Empfohlene Literatur** ■ Lehner: "Elektromagnetische feldtheorie für Ingenieure", Springer-Verlag  
 ■ Wunsch: "Elektromagnetische Felder", Verlag technik

**Enthalten in  
Wahlbereich**

---

**Enthalten in  
Studienschwerpunkt**

---

**Verwendung des**           ▪ TED in Master Communication Systems and Networks PO3  
**Moduls in**                ▪ TED in Master Communication Systems and Networks PO4  
**weiteren Studiengängen** ▪ TED in Master Elektrotechnik PO3

---

**Besonderheiten und  
Hinweise**

---

**Letzte Aktualisierung**   19.7.2025, 14:32:16

### 6.37 VAE - Virtual Acoustic Environments

<b>Modulkürzel</b>	VAE
<b>Modulbezeichnung</b>	Virtual Acoustic Environments
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	VAE - Virtuelle Akustische Umgebungen
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	englisch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Wintersemester
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr.-Ing. Christoph Pörschmann
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr.-Ing. Christoph Pörschmann (Professor Fakultät IME)

#### Learning Outcome(s)

What: The students learn the basic concepts, the technology and perception-related aspects of virtual acoustic environments. The course will be strongly related to research aspects and projects  
 How: The students apply their knowledge on Signal Processing, Audio, and in the field of VR on different aspects of Virtual Acoustic Environments. Actual trends in research and state of the art applications will be integrated, tested, analyzed and evaluated.  
 Aim: The students shall be able to work on research topics which consider topics which are scientifically new and relevant. Aspects of scalability and commercialization play a role

#### Modulinhalte

##### Vorlesung

Die grundlegenden Konzepte zur Erzeugung kophörerbasierter oder lautsprecherbasierter VR-Systeme werden vorgestellt.

##### Projekt

Es soll vertieftes Wissen in einem der Bereiche / Aspekte von virtuellen akustischen Umgebungen erarbeitet, angewendet und präsentiert werden

##### Praktikum

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vorlesung</li> <li>■ Projekt</li> <li>■ Praktikum</li> </ul>
<b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ begleitend: Projektarbeit [100%] und</li> <li>■ begleitend: Übungspraktikum [unbenotet]</li> </ul>
<b>Workload</b>	150 Stunden
<b>Präsenzzeit</b>	45 Stunden $\hat{=}$ 4 SWS
<b>Selbststudium</b>	105 Stunden
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Gundlagen Akustik, Signalverarbeitung
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	

**Kapazitätsbeschränkte Zulassung** nein

**Empfohlene Literatur**

- Rozinska, A. "Immersive Sound"
- Blauert, J. "Spatial Hearing"
- Zotter, F., Frank, M. "Ambisonics: A Practical 3D Audio Theory for Recording, Studio Production, Sound Reinforcement, and Virtual Reality"

**Enthalten in Wahlbereich**

- BTH - Beliebiger Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln
- WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

**Enthalten in Studienschwerpunkt**

**Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen**

- VAE in Master Communication Systems and Networks PO3
- VAE in Master Communication Systems and Networks PO4
- VAE in Master Medientechnologie PO3
- VAE in Master Medientechnologie PO4
- VAE in Master Technische Informatik PO3
- VAE in Master Informatik und Systems-Engineering PO1

**Besonderheiten und Hinweise**

**Letzte Aktualisierung** 23.3.2026, 15:47:14

**6.38 ZR - Zustandsregelung**

<b>Modulkürzel</b>	ZR
<b>Modulbezeichnung</b>	Zustandsregelung
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Anerkannte Lehrveranstaltung</b>	ZR - Zustandsregelung
<b>ECTS credits</b>	5
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Empfohlenes Studiensemester</b>	1-2
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Letztmaliges Angebot</b>	Sommersemester 2026
<b>Modul-Verantwortliche*r</b>	Prof. Dr. Nicolas Bennerscheid
<b>Dozierende*r</b>	Prof. Dr. Nicolas Bennerscheid (Professor Fakultät IME)

**Learning Outcome(s)**

- Digitale Regler (Einsatzgründe, Funktionsweise, Abtastzeiten)
- Differenzgleichungen
- z-Transformation
- Stabilität, Regelverhalten in Abhängigkeit der Pole
- Zustandsraum im Zeitkontinuierlichen
- Normalformen, Transformation der Zustandsraumdarstellung
- Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit
- Reglerentwurf nach Polvorgabe
- Vorfilter, Kompensator
- Beobachterentwurf nach Polvorgabe
- Optimaler Reglerentwurf
- Zustandsraum im Zeitdiskreten

**Modulinhalte**

**Vorlesung / Übungen**

- | Abtastung, Quantisierung beschreiben
- | zeitdiskrete Systeme im Zeitbereich beschreiben
- | zeitdiskrete Systeme im Bildbereich beschreiben
- | Stabilität und Lage der Pole der Übertragungsfunktion analysieren
- | Zustandsraumbeschreibung eines Systems
- | Zeitkontinuierlich beschreiben
- | Zeitdiskret beschreiben
- | Auf Normalformen transformieren
- | Stabilität, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit ermitteln
- | Zustandsregler nach Polvorgabe entwerfen
- | Optimalen Zustandsregler entwerfen
- | Vorfilter und Störkompensator entwerfen
- | Beobachter nach Polvorgabe entwerfen
- | Optimalen Beobachter entwerfen
- | Modelle aus physikalischer Betrachtung erstellen
- | Geeignete Zustandsgrößen auswählen
- | Simulation dynamischer Systeme durchführen

**Projekt**

- | Tabellenkalkulationsprogramme für Differenzgleichungen einsetzen
- | Matrizenberechnungsprogramme einsetzen
- | Simulation dynamischer Systeme durchführen
- | Entwurf komplexer dynamischer Systeme überprüfen

- Lehr- und Lernmethoden**
- Vorlesung / Übungen
  - Projekt

- Prüfungsformen mit Gewichtung**
- begleitend: Projektarbeit [unbenotet] und
  - abschließend: (elektronische) Klausur oder mündliche Prüfung [100%]

**Workload** 150 Stunden

**Präsenzzeit** 45 Stunden  $\hat{=}$  4 SWS

**Selbststudium** 105 Stunden

**Empfohlene Voraussetzungen** Grundlagen der Regelungstechnik  
Differenzialgleichungen, Laplace-Transformation, Frequenzbereich;  
Matrizenrechnung

**Zwingende Voraussetzungen**

**Kapazitätsbeschränkte Zulassung** nein

**Empfohlene Literatur** ▪ Taschenbuch der praktischen Regelungstechnik, Große, Schorn, Hanser Verlag

**Enthalten in Wahlbereich**

- BTH - Beliebige Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln
- SV - Studienschwerpunktmodule
- WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

<b>Enthalten in Studienschwerpunkt</b>	AU - Automatisierungstechnik
<b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>	ZR in Master Elektrotechnik PO3
<b>Besonderheiten und Hinweise</b>	Das Modul ZR wird letztmalig im SoSe2026 angeboten.
<b>Letzte Aktualisierung</b>	23.1.2026, 10:03:58

## 7. Wahlbereiche

Im Folgenden wird dargestellt, welche Module in einem bestimmten Wahlbereich gewählt werden können. Für alle Wahlbereiche gelten folgende Hinweise und Regularien:

- **Bei der Wahl von Modulen aus Wahlbereichen gelten zusätzlich die Bedingungen, die im Abschnitt Studienschwerpunkte formuliert sind.**
- In welchem Semester Wahlpflichtmodule eines Wahlbereichs typischerweise belegt werden können, kann den Studienverlaufsplänen entnommen werden.
- Module werden in der Regel nur entweder im Sommer- oder Wintersemester angeboten. Das heißt, dass eine eventuell erforderliche begleitende Prüfung nur im Sommer- oder Wintersemester abgelegt werden kann. Die summarischen Prüfungen werden bei Modulen der Fakultät 07 für Medien-, Informations- und Elektrotechnik in der Regel in der Prüfungszeit nach jedem Semester angeboten.
- Ein absolviertes Modul wird für maximal einen Wahlbereich anerkannt, auch wenn es in mehreren Wahlbereichen aufgelistet ist.
- Bei manchen Modulen gibt es eine Aufnahmebegrenzung. Näheres hierzu ist in den Bekanntmachungen zu den Aufnahmebegrenzungen zu finden.
- Die Anmeldung an und die Aufnahme in fakultätsexterne Module unterliegen Fristen und anderen Bedingungen der anbietenden Fakultät oder Hochschule. Eine Aufnahme kann nicht garantiert werden. Studierende müssen sich frühzeitig bei der jeweiligen externen Lehrperson informieren, ob Sie an einem externen Modul teilnehmen dürfen und was für eine Anmeldung und Teilnahme zu beachten ist.
- Auf Antrag kann der Wahlbereich um weitere passende Module ergänzt werden. Ein solcher Antrag ist bis spätestens vier Monate vor einer geplanten Teilnahme an einem zu ergänzenden Modul formlos an die Studiengangsleitung zu richten. Über die Annahme des Antrags befindet der Prüfungsausschuss im Benehmen mit der Studiengangsleitung und fachlich geeigneten Lehrpersonen. Eine anzuerkennende Studienleistung
  - muss sich in das intendierte AbsolventInnen-Profil des Studiengangs fügen und zu dessen Erreichung beitragen,
  - muss lernergebnisorientiert sein und darf nicht allein der Wissensvermittlung dienen,
  - muss dem Qualifikationsniveau eines Masterstudiengangs entsprechen,
  - muss einen vor dem Hintergrund des vorgesehenen Studienverlaufs sinnvollen Kompetenzzuwachs darstellen,
  - muss durch eine Prüfungsleistung abgeschlossen worden sein und
  - darf hinsichtlich ihrer Inhalte und Learning-Outcomes nicht mit bereits erfüllten Studienleistungen identisch sein.
- Im Folgenden sind Module nicht aufgeführt,
  - die in Vergangenheit lediglich im Rahmen individueller Anerkennungsverfahren für einen Wahlbereich anerkannt wurden oder
  - die in Vergangenheit lediglich im Rahmen eines Auslandsaufenthaltes und damit verbundenem, individuellem Learning-Agreements für einen Wahlbereich anerkannt wurden.
- Hinweise zur Berechnung von Zwischennoten und Studienfortschritten im Zusammenhang mit Wahlbereichen finden Sie im Merkblatt Leistungspunkte-Berechnung im Wahlbereich der Studiengänge des Prüfungsamts.

### Auslandsaufenthalte

- Studierende, die einen Auslandsaufenthalt in ihr Studium integriert haben und dabei Studienleistungen an einer ausländischen Hochschule erbracht haben, können sich diese auf Antrag und mit Zustimmung des Prüfungsausschusses anerkennen lassen.
- Vor Antritt des Auslandsaufenthaltes ist mit dem Anerkennungsbeauftragten der Fakultät ein Learning-Agreement abzuschließen. Es wird dabei insbesondere vereinbart, für welche Pflichtmodule oder Wahlbereiche die im Ausland erbrachten Studienleistungen anerkannt werden.

### 7.1 BTH - Beliebige Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln

Beliebige Modul aus einem Masterstudiengang der TH Köln

Aus diesem Wahlbereich müssen Module im Umfang von mindestens 5 ECTS-Kreditpunkten belegt werden.

Dieser Wahlbereich umfasst insbesondere alle Module aus folgenden anderen Bereichen:

- Wahlbereich WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

Module, die aus diesen anderen Bereichen stammen, sind im Folgenden normalgedruckt, originäre Module dieses Wahlbereichs sind fettgedruckt.

### Module der Fakultät

Modul- kürzel	Modulbezeichnung	Turnus	ECTS	Lehrende
ACC	Advanced Channel Coding	S	5	Dettmar

Modul- kürzel	Modulbezeichnung	Turnus	ECTS	Lehrende	
BSN	Fundamentals of System and Network Theory	S+W	5	Kronberger u.w.	
CSO	Computersimulation in der Optik	W	5	Weigand	OT
DLO	Deep Learning und Objekterkennung	S	5	Salmen	
DMC	Digital Motion Control	S	5	Krah	AU
DSP	Digital Signal Processing	W	5	Elders-Boll	
EBA	Elektrische Bahnen	W	5	Evers	
EFA	Elektrische Fahrzeugantriebe	S	5	Lohner	
EMM	Energiemanagement in Energieverbundsystemen	W	5	Stadler	ET
ERMK (GER)	Entrepreneurship, Gewerblicher Rechtsschutz, Market Knowledge	S+W	5	Ladrière	
ESD	Embedded Systems Design	S	5	Cremer	
GC	Grid-Following and Grid-Forming Converters	W	5	Dick	AU
HSUT	Hochspannungsübertragungstechnik	S	5	Humpert	ET
IBD	InnoBioDiv	S+W	5	Dettmar	
ITF	IT-Forensik	W	5	Bornemann	
LCSS	Large and Cloud-based Software-Systems	S	5	Wörzberger	
LSPW	Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen	W	5	Dick	
<b>MARA</b>	<b>Reflexion Auslandssemester</b>	S+W	6	alle	
MLWR	Maschinelles Lernen und wissenschaftliches Rechnen	S	5	Rhein	
NGN	Next Generation Networks	S	5	Grebe	
NLO	Nichtlineare Optik	S	5	Oberheide	OT
OSA	Optische Spektroskopie und Anwendungen	S	5	Gartz	
QEKS (SEKM)	Qualitätsgesteuerter Entwurf komplexer Softwaresysteme	W	5	Kreiser	AU
QM	Quantenmechanik	W	5	Oberheide	OT
RFSD	RF System Design	W	5	Kronberger	
RM	Rastermikroskopie	W	5	Altmeyer	
SNEE	Stromnetze für erneuerbare Energien	S	5	Waffenschmidt	ET
SYE	Systemtechnik für Energieeffizienz	W	5	May	ET
VAE	Virtual Acoustic Environments	W	5	Pörschmann	
ZR	Zustandsregelung	S+W	5	Bennerscheid	AU

## 7.2 SV - Studienschwerpunktmodule

Aus diesem Wahlbereich müssen Module im Umfang von mindestens 15 ECTS-Kreditpunkten belegt werden.

Dieser Wahlbereich umfasst insbesondere alle Module aus folgenden anderen Bereichen:

- Studienschwerpunkt AU - Automatisierungstechnik
- Studienschwerpunkt ET - Elektrische Energietechnik
- Studienschwerpunkt OT - Optische Technologien

Module, die aus diesen anderen Bereichen stammen, sind im Folgenden normalgedruckt, originäre Module dieses Wahlbereichs sind fettgedruckt.

### Module der Fakultät

<b>Modul- kürzel</b>	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Turnus</b>	<b>ECTS</b>	<b>Lehrende</b>			
CSO	Computersimulation in der Optik	W	5	Weigand			OT
DMC	Digital Motion Control	S	5	Krah	AU		
EMM	Energiemanagement in Energieverbundsystemen	W	5	Stadler		ET	
GC	Grid-Following and Grid-Forming Converters	W	5	Dick	AU		
HSUT	Hochspannungsübertragungstechnik	S	5	Humpert		ET	
NLO	Nichtlineare Optik	S	5	Oberheide			OT
QEKs (SEKM)	Qualitätsgesteuerter Entwurf komplexer Softwaresysteme	W	5	Kreiser	AU		
QM	Quantenmechanik	W	5	Oberheide			OT
SNEE	Stromnetze für erneuerbare Energien	S	5	Waffenschmidt		ET	
SYE	Systemtechnik für Energieeffizienz	W	5	May		ET	
ZR	Zustandsregelung	S+W	5	Bennerscheid	AU		

### 7.3 WM - Allgemeiner Wahlmodulbereich

Aus diesem Wahlbereich müssen Module im Umfang von mindestens 10 ECTS-Kreditpunkten belegt werden.

Dieser Wahlbereich umfasst insbesondere alle Module aus folgenden anderen Bereichen:

- Wahlbereich SV - Studienschwerpunktmodule

Module, die aus diesen anderen Bereichen stammen, sind im Folgenden normalgedruckt, originäre Module dieses Wahlbereichs sind fettgedruckt.

#### Module der Fakultät

Modul- kürzel	Modulbezeichnung	Turnus	ECTS	Lehrende	
<b>ACC</b>	<b>Advanced Channel Coding</b>	S	5	Dettmar	
<b>BSN</b>	<b>Fundamentals of System and Network Theory</b>	S+W	5	Kronberger u.w.	
CSO	Computersimulation in der Optik	W	5	Weigand	OT
<b>DLO</b>	<b>Deep Learning und Objekterkennung</b>	S	5	Salmen	
DMC	Digital Motion Control	S	5	Krah	AU
<b>DSP</b>	<b>Digital Signal Processing</b>	W	5	Elders-Boll	
<b>EBA</b>	<b>Elektrische Bahnen</b>	W	5	Evers	
<b>EFA</b>	<b>Elektrische Fahrzeugantriebe</b>	S	5	Lohner	
EMM	Energiemanagement in Energieverbundsystemen	W	5	Stadler	ET
<b>ERMK (GER)</b>	<b>Entrepreneurship, Gewerblicher Rechtsschutz, Market Knowledge</b>	S+W	5	Ladrière	
<b>ESD</b>	<b>Embedded Systems Design</b>	S	5	Cremer	
GC	Grid-Following and Grid-Forming Converters	W	5	Dick	AU
HSUT	Hochspannungsübertragungstechnik	S	5	Humpert	ET
<b>IBD</b>	<b>InnoBioDiv</b>	S+W	5	Dettmar	
<b>ITF</b>	<b>IT-Forensik</b>	W	5	Bornemann	
<b>LCSS</b>	<b>Large and Cloud-based Software-Systems</b>	S	5	Wörzberger	
<b>LSPW</b>	<b>Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen</b>	W	5	Dick	
<b>MLWR</b>	<b>Maschinelles Lernen und wissenschaftliches Rechnen</b>	S	5	Rhein	
<b>NGN</b>	<b>Next Generation Networks</b>	S	5	Grebe	
NLO	Nichtlineare Optik	S	5	Oberheide	OT
<b>OSA</b>	<b>Optische Spektroskopie und Anwendungen</b>	S	5	Gartz	
QEKs (SEKM)	Qualitätsgesteuerter Entwurf komplexer Softwaresysteme	W	5	Kreiser	AU
QM	Quantenmechanik	W	5	Oberheide	OT
<b>RFSD</b>	<b>RF System Design</b>	W	5	Kronberger	
<b>RM</b>	<b>Rastermikroskopie</b>	W	5	Altmeyer	

<b>Modul- kürzel</b>	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Turnus</b>	<b>ECTS</b>	<b>Lehrende</b>	
SNEE	Stromnetze für erneuerbare Energien	S	5	Waffenschmidt	ET
SYE	Systemtechnik für Energieeffizienz	W	5	May	ET
<b>VAE</b>	<b>Virtual Acoustic Environments</b>	W	5	Pörschmann	
ZR	Zustandsregelung	S+W	5	Bennerscheid	AU

## 8. Studienschwerpunkte

Im Folgenden wird dargestellt, welche Studienschwerpunkte in diesem Studiengang definiert sind (vgl. auch §24 der Prüfungsordnung). Für alle Studienschwerpunkte gelten folgende Hinweise und Regularien:

- Ein Studienschwerpunkt gilt als erfolgreich absolviert, wenn darin aufgelistete Module im Umfang von mindestens 15 ECTS erfolgreich absolviert wurden.
- Die absolvierten Studienschwerpunkte werden auf einem separaten Anhang des Abschlusszeugnisses dargestellt, bei mehr als einem auf Antrag an das Prüfungsamt auch nur in Teilen.
- **Es muss in diesem Studiengang mindestens ein Studienschwerpunkt erfolgreich absolviert werden.**
- Auf Antrag kann ein Studienschwerpunkt um weitere passende Module ergänzt werden. Ein solcher Antrag ist bis spätestens sechs Monate vor einer geplanten Teilnahme an einem zu ergänzenden Modul formlos an die Studiengangsleitung zu richten. Über die Annahme des Antrags befindet der Prüfungsausschuss im Benehmen mit der Studiengangsleitung und fachlich geeigneten Lehrpersonen.

### 8.1 AU - Automatisierungstechnik

#### Module der Fakultät

Kürzel	Modulbezeichnung	Turnus	ECTS Lehrende
DMC	Digital Motion Control	S	5 Krah
GC	Grid-Following and Grid-Forming Converters	W	5 Dick
QEKs (SEKM)	Qualitätsgesteuerter Entwurf komplexer Softwaresysteme	W	5 Kreiser
ZR	Zustandsregelung	S+W	5 Bennerscheid

**8.2 ET - Elektrische Energietechnik****Module der Fakultät**

<b>Kürzel</b>	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Turnus</b>	<b>ECTS</b>	<b>Lehrende</b>
EMM	Energiemanagement in Energieverbundsystemen	W	5	Stadler
HSUT	Hochspannungsübertragungstechnik	S	5	Humpert
SNEE	Stromnetze für erneuerbare Energien	S	5	Waffenschmidt
SYE	Systemtechnik für Energieeffizienz	W	5	May

**8.3 OT - Optische Technologien****Module der Fakultät**

<b>Kürzel</b>	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Turnus</b>	<b>ECTS Lehrende</b>
CSO	Computersimulation in der Optik	W	5 Weigand
NLO	Nichtlineare Optik	S	5 Oberheide
QM	Quantenmechanik	W	5 Oberheide

## 9. Prüfungsformen

Im Folgenden werden die in den Modulbeschreibungen referenzierten Prüfungsformen näher erläutert. Die Erläuterungen stammen aus der Prüfungsordnung, §19ff. Bei Abweichungen gilt der Text der Prüfungsordnung.

### **(elektronische) Klausur**

Schriftliche, in Papierform oder digital unterstützt abgelegte Prüfung. Genauerer regelt §19 der Prüfungsordnung.

### **Mündliche Prüfung**

Mündlich abzulegende Prüfung. Genauerer regelt §21 der Prüfungsordnung.

### **Mündlicher Beitrag**

Siehe §22, Abs. 5 der Prüfungsordnung: Ein mündlicher Beitrag (z. B. Referat, Präsentation, Verhandlung, Moderation) dient der Feststellung, ob die Studierenden befähigt sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine praxisorientierte Aufgabe nach wissenschaftlichen und fachpraktischen Methoden selbstständig zu bearbeiten und mittels verbaler Kommunikation fachlich angemessen darzustellen. Dies beinhaltet auch, Fragen des Auditoriums zur mündlichen Darstellung zu beantworten. Die Dauer des mündlichen Beitrags wird von der Prüferin beziehungsweise dem Prüfer zu Beginn des Semesters festgelegt. Die für die Benotung des mündlichen Beitrags maßgeblichen Tatsachen sind in einem Protokoll festzuhalten, zur Dokumentation sollen die Studierenden ebenfalls die schriftlichen Unterlagen zum mündlichen Beitrag einreichen. Die Note ist den Studierenden spätestens eine Woche nach dem mündlichen Beitrag bekanntzugeben.

### **Fachgespräch**

Siehe §22, Abs. 8 der Prüfungsordnung: Ein Fachgespräch dient der Feststellung der Fachkompetenz, des Verständnisses komplexer fachlicher Zusammenhänge und der Fähigkeit zur analytischen Problemlösung. Im Fachgespräch haben die Studierenden und die Prüfenden in etwa gleiche Redeanteile, um einen diskursiven fachlichen Austausch zu ermöglichen. Semesterbegleitend oder summarisch werden ein oder mehrere Gespräche mit einer Prüferin oder einem Prüfer geführt. Dabei sollen die Studierenden praxisbezogene technische Aufgaben, Problemstellungen oder Projektvorhaben aus dem Studiengang vorstellen und erläutern sowie die relevanten fachlichen Hintergründe, theoretischen Konzepte und methodischen Ansätze zur Bearbeitung der Aufgaben darlegen. Mögliche Lösungsansätze, Vorgehensweisen und Überlegungen zur Problemlösung sind zu diskutieren und zu begründen. Die für die Benotung des Fachgesprächs maßgeblichen Tatsachen sind in einem Protokoll festzuhalten.

### **Projektarbeit**

Siehe §22, Abs. 6 der Prüfungsordnung: Die Projektarbeit ist eine Prüfungsleistung, die in der selbstständigen Bearbeitung einer spezifischen Fragestellung unter Anleitung mit wissenschaftlicher Methodik und einer Dokumentation der Ergebnisse besteht. Bewertungsrelevant sind neben der Qualität der Antwort auf die Fragestellung auch die organisatorische und kommunikative Qualität der Durchführung, wie z.B. Slides, Präsentationen, Meilensteine, Projektpläne, Meetingprotokolle usw.

### **Praktikumsbericht**

Siehe §22, Abs. 10 der Prüfungsordnung: Ein Praktikumsbericht (z. B. Versuchsprotokoll) dient der Feststellung, ob die Studierenden befähigt sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine laborpraktische Aufgabe selbstständig sowohl praktisch zu bearbeiten als auch Bearbeitungsprozess und Ergebnis schriftlich zu dokumentieren, zu bewerten und zu reflektieren. Vor der eigentlichen Versuchsdurchführung können vorbereitende Hausarbeiten erforderlich sein. Während oder nach der Versuchsdurchführung können Fachgespräche stattfinden. Praktikumsberichte können auch in Form einer Gruppenarbeit zur Prüfung zugelassen werden. Die Bewertung des Praktikumsberichts ist den Studierenden spätestens sechs Wochen nach Abgabe des Berichts bekanntzugeben.

### **Übungspraktikum**

Siehe §22, Abs. 11 der Prüfungsordnung: Mit der Prüfungsform "Übungspraktikum" wird die fachliche Kompetenzen bei der Anwendung der in der Vorlesung erlernten Theorien und Konzepte sowie praktische Fertigkeiten geprüft, beispielsweise der Umgang mit Entwicklungswerkzeugen und Technologien. Dazu werden semesterbegleitend mehrere Aufgaben gestellt, die entweder alleine oder in Gruppenarbeit, vor Ort oder auch als Hausarbeit bis zu einem jeweils vorgegebenen Termin zu lösen sind. Die Lösungen der Aufgaben sind durch die Studierenden in (digitaler) schriftlicher Form einzureichen. Die genauen Kriterien zum Bestehen der Prüfung wird zu Beginn der entsprechenden Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

### **Übungspraktikum unter Klausurbedingungen**

Siehe §22, Abs. 11, Satz 5 der Prüfungsordnung: Ein "Übungspraktikum unter Klausurbedingungen" ist ein Übungspraktikum, bei dem die Aufgaben im zeitlichen Rahmen und den Eigenständigkeitsbedingungen einer Klausur zu bearbeiten sind.

### **Hausarbeit**

Siehe §22, Abs. 3 der Prüfungsordnung: Eine Hausarbeit (z.B. Fallstudie, Recherche) dient der Feststellung, ob die Studierenden befähigt sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine Fachaufgabe nach wissenschaftlichen und fachpraktischen Methoden selbstständig in schriftlicher oder elektronischer Form zu bearbeiten. Das Thema und der Umfang (z. B. Seitenzahl des Textteils) der Hausarbeit werden von der Prüferin beziehungsweise dem Prüfer zu Beginn des Semesters festgelegt. Eine Eigenständigkeitserklärung muss vom Prüfling unterzeichnet und abgegeben werden. Zusätzlich können Fachgespräche geführt werden.

### **Lernportfolio**

Ein Lernportfolio dokumentiert den studentischen Kompetenzentwicklungsprozess anhand von Präsentationen, Essays, Ausschnitten aus Praktikumsberichten, Inhaltsverzeichnissen von Hausarbeiten, Mitschriften, To-Do-Listen, Forschungsberichten und anderen Leistungsdarstellungen und Lernproduktionen, zusammengefasst als sogenannte „Artefakte“. Nur in Verbindung mit der studentischen Reflexion (schriftlich, mündlich oder auch in einem Video) der Verwendung dieser Artefakte für das Erreichen des zuvor durch die Prüferin oder den Prüfer transparent gemachten Lernziels wird das Lernportfolio zum Prüfungsgegenstand. Während der Erstellung des Lernportfolios wird im Semesterverlauf Feedback auf Entwicklungsschritte und/oder Artefakte gegeben. Als Prüfungsleistung wird eine nach dem Feedback überarbeitete Form des Lernportfolios - in handschriftlicher oder elektronischer Form - eingereicht.

### **Schriftliche Prüfung im Antwortwahlverfahren**

Siehe §20 der Prüfungsordnung.

### **Zugangskolloquium**

Siehe §22, Abs. 12 der Prüfungsordnung: Ein Zugangskolloquium dient der Feststellung, ob die Studierenden die versuchsspezifischen Voraussetzungen erfüllen, eine definierte laborpraktische Aufgabe nach wissenschaftlichen und fachpraktischen Methoden selbstständig und sicher bearbeiten zu können.

### **Testat / Zwischentestat**

Siehe §22, Abs. 7 der Prüfungsordnung: Mit einem Testat/Zwischentestat wird bescheinigt, dass die oder der Studierende eine Studienarbeit (z.B. Entwurf) im geforderten Umfang erstellt hat. Der zu erbringende Leistungsumfang sowie die geforderten Inhalte und Anforderungen ergeben sich aus der jeweiligen Modulbeschreibung im Modulhandbuch sowie aus der Aufgabenstellung.

### **Open-Book-Ausarbeitung**

Die Open-Book-Ausarbeitung oder -Arbeit (OBA) ist eine Kurz-Hausarbeit und damit eine unbeaufsichtigte schriftliche oder elektronische Prüfung. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass gemäß Hilfsmittelerklärung der Prüferin bzw. des Prüfers in der Regel alle Hilfsmittel zugelassen sind. Auf die Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis durch ordnungsgemäßes Zitieren etc. und das Erfordernis der Eigenständigkeit der Erbringung jedweder Prüfungsleistung wird besonders hingewiesen.

### **Abschlussarbeit**

Bachelor- oder Masterarbeit im Sinne der Prüfungsordnung §25ff.: Die Masterarbeit ist eine schriftliche Hausarbeit. Sie soll zeigen, dass die oder der Studierende befähigt ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Thema aus ihrem oder seinem Fachgebiet sowohl in seinen fachlichen Einzelheiten als auch in den fachübergreifenden Zusammenhängen nach wissenschaftlichen und fachpraktischen Methoden selbstständig zu bearbeiten. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit kann auch bei der Abschlussarbeit berücksichtigt werden.

### **Kolloquium**

Kolloquium zur Bachelor- oder Masterarbeit im Sinne der Prüfungsordnung §29: Das Kolloquium dient der Feststellung, ob die Studentin oder der Student befähigt ist, die Ergebnisse der Masterarbeit, ihre fachlichen und methodischen Grundlagen, fachübergreifende Zusammenhänge und außerfachlichen Bezüge mündlich darzustellen, selbstständig zu begründen und ihre Bedeutung für die Praxis einzuschätzen.

## 10. Profil-Modulmatrix

Im Folgenden wird dargestellt, inwieweit die Module des Studiengangs die Kompetenzen und Handlungsfelder des Studiengangs sowie hochschulweite Studiengangskriterien stützen bzw. ausbilden.

Kürzel	Modulbezeichnung	HF1 - Entwicklung und Design	HF2 - Forschung und Innovation	HF3 - Leitung und Management	HF4 - Qualitätssicherung und Te...	K.1 - Entwicklung und Konzeptio...	K.2 - Prüfung und Bewertung kom...	K.3 - Wissenschaftliches Arbeit...	K.4 - Projektmanagement und Tea...	K.5 - Selbstorganisation und au...	K.6 - Kommunikation und interku...	K.7 - Technische und naturwisse...	K.8 - Nachhaltigkeit und gesell...	K.9 - Analyse, Simulation und A...	K.10 - Führungs- und Entscheidun...	K.11 - Anwendung ethischer Werte...	K.12 - Integratives Denken und H...	K.13 - Innovation und Kreativität...	SK.1 - Global Citizenship	SK.2 - Internationalisierung	SK.3 - Interdisziplinarität	SK.4 - Transfer
ACC	Advanced Channel Coding	●	●	●	●	●	●	●	●					●	●		●	●	●	●		
BSN	Basics on Systems and Networks		●	●		●			●		●		●							●	●	
CSO	Computersimulation in der Optik	●	●	●	●	●	●		●	●	●		●	●			●					
DLO	Deep Learning und Objekterkennung	●	●	●	●	●	●	●		●			●			●						
DMC	Digital Motion Control	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●		●	●						
DSP	Digital Signal Processing	●	●	●	●	●	●		●				●				●				●	
EBA	Elektrische Bahnen	●	●	●	●	●	●		●	●		●	●				●					
EFA	Elektrische Fahrzeugantriebe	●	●	●	●	●	●		●			●	●				●					
EMM	Energiemanagement in Energieverbundsystemen	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●					
ERMK	Entrepreneurship, Gewerblicher Rechtsschutz, Market Knowledge																					
ESD	Embedded Systems Design	●			●	●		●	●	●	●		●				●		●	●	●	●
FS	Forschungsseminar	●	●	●	●		●	●		●	●		●	●	●							
GC	Grid-Following and Grid-Forming Converters	●	●		●	●	●		●												●	●
HIM	Advanced Mathematics			●		●	●						●								●	
HSUT	Hochspannungsübertragungs-technik	●	●		●	●	●		●	●		●	●				●					
IBD	InnoBioDiv				●	●	●		●	●	●						●	●	●	●	●	●

Kürzel	Modulbezeichnung	HF1 - Entwicklung und Design	HF2 - Forschung und Innovation	HF3 - Leitung und Management	HF4 - Qualitätssicherung und Te...	K.1 - Entwicklung und Konzeptio...	K.2 - Prüfung und Bewertung kom...	K.3 - Wissenschaftliches Arbeit...	K.4 - Projektmanagement und Tea...	K.5 - Selbstorganisation und au...	K.6 - Kommunikation und interku...	K.7 - Technische und naturwisse...	K.8 - Nachhaltigkeit und gesell...	K.9 - Analyse, Simulation und A...	K.10 - Führungs- und Entscheidun...	K.11 - Anwendung ethischer Werte...	K.12 - Integratives Denken und H...	K.13 - Innovation und Kreativität...	SK.1 - Global Citizenship	SK.2 - Internationalisierung	SK.3 - Interdisziplinarität	SK.4 - Transfer
ITF	IT-Forensik	●		●	●	●	●	●	●				●	●		●	●					
KOLL	Kolloquium zur Masterarbeit	●	●	●	●					●	●											
LCSS	Large and Cloud-based Software-Systems	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●				●	●		●		●
LSPW	Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen	●	●	●	●	●	●		●			●	●					●				
MAA	Masterarbeit	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●
MARA	Reflexion Auslandssemester																	●	●	●		
MLWR	Maschinelles Lernen und wissenschaftliches Rechnen						●	●				●	●		●	●	●				●	●
NGN	Next Generation Networks	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●				●			●		
NLO	Nichtlineare Optik	●	●	●	●	●	●		●	●	●		●									
OSA	Optische Spektroskopie und Anwendungen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●			●	●				
PLET	Projektleitung	●	●	●	●		●	●		●		●		●	●	●		●			●	
QEKS	Qualitätsgesteuerter Entwurf komplexer Softwaresysteme	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				
QM	Quantenmechanik		●	●	●	●			●	●	●		●					●				
RFSD	RF System Design		●	●	●	●	●			●			●					●		●	●	
RM	Rastermikroskopie	●	●	●		●	●	●	●	●	●		●				●					
SIM	Simulation in der Ingenieurwissenschaft	●	●	●	●	●		●	●	●			●	●			●	●				
SNEE	Stromnetze für erneuerbare Energien	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●				

Kürzel	Modulbezeichnung	HF1 - Entwicklung und Design	HF2 - Forschung und Innovation	HF3 - Leitung und Management	HF4 - Qualitätssicherung und Te...	K.1 - Entwicklung und Konzeptio...	K.2 - Prüfung und Bewertung kom...	K.3 - Wissenschaftliches Arbeit...	K.4 - Projektmanagement und Tea...	K.5 - Selbstorganisation und au...	K.6 - Kommunikation und interku...	K.7 - Technische und naturwisse...	K.8 - Nachhaltigkeit und gesell...	K.9 - Analyse, Simulation und A...	K.10 - Führungs- und Entscheidun...	K.11 - Anwendung ethischer Werte...	K.12 - Integratives Denken und H...	K.13 - Innovation und Kreativität...	SK.1 - Global Citizenship	SK.2 - Internationalisierung	SK.3 - Interdisziplinarität	SK.4 - Transfer
SYE	Systemtechnik für Energieeffizienz	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
TED	Theoretische Elektrodynamik		●					●		●	●		●									
VAE	Virtual Acoustic Environments	●	●		●	●	●	●	●						●		●				●	●
ZR	Zustandsregelung	●	●		●	●	●	●	●		●		●					●				

## 11. Versionsverlauf

In untenstehender Tabelle sind die verschiedenen Versionen des Lehrangebots aufgeführt. Die Versionen sind umgekehrt chronologisch sortiert mit der aktuell gültigen Version in der ersten Zeile. Die einzelnen Versionen können über den Link in der rechten Spalte aufgerufen werden.

Version	Datum	Änderungen	Link
1.5	2026-05-15-18-28-49.7a67816f (SNAPSHOT)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Update zu Sprachangaben</li> <li>2. Darstellung evtl. Kapazitätsbeschränkungen je Modul</li> <li>3. Verweis auf Merkblatt Leistungspunkte-Berechnung im Wahlbereich der Studiengänge im Eingangstext zu Wahlbereichen</li> <li>4. Modul 'Reflexion Auslandssemester' Wahlbereichen zugeordnet gemäß Studienbeiratsbeschluss vom 01.10.2025</li> <li>5. Verantwortung Modul PLET von Gartz zu Utz/Bennerscheid</li> <li>6. Turnus von Virtual Acoustic Environments (VAE) auf Wintersemester geändert</li> <li>7. Learning-Outcome des Forschungsseminars ergänzt.</li> <li>8. Modul Grid-Following Grid-Forming Converters hinzugefügt.</li> </ol>	<a href="#">Link</a>
1.4	2025-10-07-08-46-00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Korrektur der Turnusse von PM, QC, TAI, BSN, WIND, VDS</li> <li>2. Abweichende Lehrveranstaltungskürzel in Klammern neben Modulkürzeln dargestellt, bspw. QEKS (SEKM) oder ERMK (GER)</li> <li>3. Turnusse in Tabellen (Wahlbereiche, Studienschwerpunkte/Vertiefungspakete) dargestellt</li> <li>4. Sortierbare Tabellen in Wahlbereiche, Studienschwerpunkte/Vertiefungspakete</li> </ol>	<a href="#">Link</a>
1.3	2025-09-18-14-14-00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Publierte Prüfungsordnungs-Anhänge der reakkreditierten Studiengänge</li> </ol>	<a href="#">Link</a>
1.2	2025-09-08-09-32-00	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diverse hängende Referenzen von Wahlbereichs-, Schwerpunkts- bzw. Vertiefungspaket-Tabellen in den Modul-Abschnitt korrigiert. Fehlende Module sind jetzt vorhanden.</li> <li>2. Eine Modulbeschreibung beinhaltet nun auch Angaben, in welchen Wahlbereichen und Studienschwerpunkten bzw. Vertiefungspaketen das jeweilige Modul enthalten ist.</li> <li>3. Prüfungsvorleistungen in BSN reduziert</li> <li>4. CSO mit Prüfungsform für begleitende Prüfung</li> <li>5. Prüfungsordnungsversionen statt Jahreszahlen</li> <li>6. Modulkürzel ohne Studiengang</li> </ol>	<a href="#">Link</a>
1.1	2025-06-24-18-55-09	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reakkreditierte Version</li> </ol>	<a href="#">Link</a>
1.0	2024-12-06-08-45-55	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Begutachtete Version für Reakkreditierung 2024</li> <li>2. Neues Layout für sämtliche Modulhandbücher</li> </ol>	<a href="#">Link</a>

Impressum

Datenschutzhinweis

Haftungshinweis

Bei Fehlern, bitte Mitteilung an  
die  
[modulhandbuchredaktion@f07.th-koeln.de](mailto:modulhandbuchredaktion@f07.th-koeln.de)