

**Technology**  
**Arts Sciences**  
**TH Köln**

Fakultät 07 für Informations-, Medien- und Elektrotechnik

## **Master Elektrotechnik 2020**

### **Modulhandbuch**

Version: 3.7.2025-08-25-14-39-05

Die neueste Version dieses Modulhandbuchs ist verfügbar unter:

<https://f07-studieninfo.web.th-koeln.de/mhb/current/de/MaET2020.html>

# 1. Studiengangsbeschreibung

Der Masterstudiengang Elektrotechnik mit dem Abschluss Master of Science ist ein dreisemestriger Studiengang, der konsekutiv auf dem Bachelorstudiengang Elektrotechnik aufbaut. Er befähigt die Studierenden zu eigenständigem wissenschaftlichen Arbeiten im Bereich Elektrotechnik. Aufbauend auf praxisorientierten Studienprofilierungen ermöglicht der Masterstudiengang Elektrotechnik 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 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.

## Studienvoraussetzungen

Voraussetzung für die Aufnahme des Studiums ist ein qualifizierter Abschluss in einem Studium der Elektrotechnik 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 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 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 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 Regelstudium

| Sem. | Kürzel | Modulbezeichnung                                                                                               | Pflicht (PF)<br>Wahl-<br>bereich (WB) | ECTS |
|------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------|
| 1    | HIM    | Advanced Mathematics                                                                                           | PF                                    | 5    |
|      | PLET   | Projektleitung                                                                                                 | PF                                    | 5    |
|      | BFH    | Beliebiges Modul aus den Pflicht- und Wahlkatalogen der Masterstudiengängen F07 / andere technische Fakultäten | WB                                    | 5    |
|      | SV     | Studienschwerpunktmodule                                                                                       | WB                                    | 10   |
|      | WM     | Wahlmodul                                                                                                      | WB                                    | 5    |
| 2    | FS     | Forschungsseminar                                                                                              | PF                                    | 10   |
|      | SIM    | Simulation in der Ingenieurwissenschaft                                                                        | PF                                    | 5    |
|      | TED    | Theoretische Elektrodynamik                                                                                    | PF                                    | 5    |
|      | SV     | Studienschwerpunktmodule                                                                                       | WB                                    | 5    |
|      | WM     | Wahlmodul                                                                                                      | WB                                    | 5    |
| 3    | KOLL   | Kolloquium zur Masterarbeit                                                                                    | PF                                    | 3    |
|      | MAA    | Masterarbeit                                                                                                   | PF                                    | 27   |

## 6. Module

Im Folgenden werden die Module des Studiengangs in alphabetischer Reihenfolge beschrieben.

### 6.1 CSO - Computersimulation in der Optik

|                                     |                                                 |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | CSO_MaET2020                                    |
| <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/Professor Fakultät IME |
| <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-sequentiellem 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-sequenzieller 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>                   | siehe Prüfungsordnung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Workload</b>                                        | 150 Stunden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Präsenzzeit</b>                                     | 57 Stunden $\pm$ 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>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>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | CSO in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Letzte Aktualisierung</b>                           | 19.7.2025, 14:32:16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## 6.2 DLO - Deep Learning und Objekterkennung

|                                     |                                             |
|-------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | DLO_MaET2020                                |
| <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                                     |
| <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/Professor Fakultät IME |
| <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> | siehe Prüfungsordnung                                                              |
| <b>Workload</b>                      | 150 Stunden                                                                        |
| <b>Präsenzzeit</b>                   | 34 Stunden $\pm$ 3 SWS                                                             |

---

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| <b>Selbststudium</b> | 116 Stunden |
|----------------------|-------------|

---

**Empfohlene  
Voraussetzungen**

---

|                                      |                                                          |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Zwingende<br/>Voraussetzungen</b> | Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 4 Termine |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|

---

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <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>Verwendung des<br/>Moduls in<br/>weiteren Studiengängen</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ DLO in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024</li><li>▪ DLO in Master Medientechnologie 2020</li><li>▪ DLO in Master Medientechnologie 2024</li><li>▪ DLO in Master Technische Informatik 2020</li><li>▪ DLO in Master Informatik und Systems-Engineering 2024</li></ul> |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

---

**Besonderheiten und  
Hinweise**

---

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| <b>Letzte Aktualisierung</b> | 19.7.2025, 14:32:16 |
|------------------------------|---------------------|

---

### 6.3 DMC - Digital Motion Control

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | DMC_MaET2020                                                                                 |
| <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/Professor Fakultät IME                                              |
| <b>Dozierende*r</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Prof. Dr. Jens Onno Krah/Professor Fakultät IME                                              |
| <b>Learning Outcome(s)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Servomotoren kennenlernen und betreiben</li> <li>Servoumrichter kennenlernen und verwenden</li> <li>Digitale Regelalgorithmen nutzen</li> <li>Prozessidentifikation und Parameterestimation</li> <li>Auslegung von Antriebssystemen</li> </ul>                                                                |                                                                                              |
| <b>Modulinhalte</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                              |
| <b><i>Vorlesung / Übungen</i></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau von Servomotoren</li> <li>Aufbau von Servoumrichtern</li> <li>Digitale Regelalgorithmen</li> <li>Prozessidentifikation</li> <li>Auslegung von Antriebssystemen</li> </ul>                                                                                                                              |                                                                                              |
| <b><i>Praktikum</i></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Direct Digital Control</li> <li>Quasi-Stetige Regelung</li> <li>Prädiktor / Beobachter</li> <li>Parametrierung einer Regelung</li> <li>Auswertung von Bode Diagrammen</li> <li>Handlungskompetenz demonstrieren</li> <li>Inbetriebnahme eines Servoreglers</li> <li>Minimierung von Schleppfehlern</li> </ul> |                                                                                              |
| <b>Lehr- und Lernmethoden</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vorlesung / Übungen</li> <li>■ Praktikum</li> </ul> |
| <b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | siehe Prüfungsordnung                                                                        |
| <b>Workload</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 150 Stunden                                                                                  |
| <b>Präsenzzeit</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 45 Stunden $\pm$ 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>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>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ DMC in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024</li> <li>▪ DMC in Master Technische Informatik 2020</li> <li>▪ DMC in Master Informatik und Systems-Engineering 2024</li> </ul>                                                                                                                                                                               |
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Letzte Aktualisierung</b>                           | 19.7.2025, 14:32:16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## 6.4 EBA - Elektrische Bahnen

|                                     |                                                 |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | EBA_MaET2020                                    |
| <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/Professor Fakultät IME |
| <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> | siehe Prüfungsordnung                                                                        |
| <b>Workload</b>                      | 150 Stunden                                                                                  |
| <b>Präsenzzeit</b>                   | 45 Stunden $\pm$ 4 SWS                                                                       |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Selbststudium</b>                                   | 105 Stunden                                                                                                                                                                                            |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>                      | Grundlagen der Elektrotechnik, Elektronik und Mechanik<br>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>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>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | EBA in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024                                                                                                                                              |
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b>                     |                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Letzte Aktualisierung</b>                           | 19.7.2025, 14:32:16                                                                                                                                                                                    |

## 6.5 EFA - Elektrische Fahrzeugantriebe

|                                     |                                                 |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | EFA_MaET2020                                    |
| <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/Professor Fakultät IME |
| <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.

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

Grundbegriffe und historische Antriebsentwicklung  
 Mechanische Grundlagen, Drehfeldtheorie, Modellbildung  
 Feldorientierte Regelung der Asynchron/Synchronmaschine  
 Aufbau, Funktion und Regelung der Geschalteten Reluktanzmaschine  
 Weitere fahrzeugspezifische Regelungen  
 Elektrische Bahn- und Busantriebe mit Projektbeispielen  
 Hybrid- und Elektro-Antriebstopologien mit Projektbeispielen und Regelungsstrategien  
 Speichertechnologien für Fahrzeuge

Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die Funktionalitäten eines modernen Fahrzeugantriebssystems (Hybrid- und Elektrofahrzeug) zu erfassen.

Sie kennen und verstehen die wesentlichen Steuerungs- und Regelungskonzepte der unterschiedlichen Topologien und sind in der Lage, einfache regelungstechnische Simulationen durchzuführen und hiermit gewonnen Erkenntnisse am Antrieb umzusetzen.

Die Studierenden sind in der Lage, Antriebssysteme zu entwerfen und zu dimensionieren.

**Praktikum**

Antriebseigenschaften und -eigenheiten erkennen und meßtechnisch erfassen (Antriebssystem analysieren)

System strukturieren  
 sinnvolle Teilsysteme definieren  
 Teilsystemfunktionen definieren  
 Schnittstellen definieren  
 Antriebsmodell erstellen  
 Antriebsregelung entwerfen  
 Energiemanagementalgorithmen entwerfen  
 kommerzielles Entwicklungswerkzeug verstehen und zielgerichtet einsetzen  
 Steuerung am Zielsystem in Betrieb nehmen

komplexe Aufgaben im Team bewältigen  
 einfache Projekte planen und steuern  
 Absprachen und Termine einhalten  
 Reviews planen und durchführen

Die Studierenden lernen Methoden zur dynamischen Beschreibung und Regelung von hybriden und elektrischen Fahrzeugantrieben und erhalten dadurch Entscheidungskompetenz.

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

Die Studierenden besitzen die Fähigkeit elektrische und hybride Antriebe zu verstehen, zu dimensionieren und zu regeln.

|                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| <b>Lehr- und Lernmethoden</b> | ▪ Vorlesung / Übungen |
|                               | ▪ Praktikum           |

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b> | siehe Prüfungsordnung |
|--------------------------------------|-----------------------|

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| <b>Workload</b> | 150 Stunden |
|-----------------|-------------|

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| <b>Präsenzzeit</b> | 45 Stunden $\pm$ 4 SWS |
|--------------------|------------------------|

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| <b>Selbststudium</b> | 105 Stunden |
|----------------------|-------------|

|                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> | Grundlagen der Elektrotechnik    |
|                                   | Leistungselektronik              |
|                                   | Grundlagen elektrischer Antriebe |
|                                   | Analoge Signale und Systeme      |

|                                  |                                                         |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Zwingende Voraussetzungen</b> | Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 1 Termin |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------|

---

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Empfohlene Literatur</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Leonhard, W.: Regelung Elektrischer Antriebe, Springer Verlag</li><li>▪ Wellenreuter, G.: Automatisieren mit SPS, Vieweg Verlag</li><li>▪ Böker, J.: Geregelte Drehstromantriebe, Uni Paderborn</li><li>▪ Gerling, D.: Elektrische Maschinen und Antriebe, B.W.-Uni München</li></ul> |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

---

|                                                        |                                                           |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | EFA in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024 |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|

---

**Besonderheiten und Hinweise**

---

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| <b>Letzte Aktualisierung</b> | 19.7.2025, 14:32:16 |
|------------------------------|---------------------|

---

## 6.6 EMM - Energiemanagement in Energieverbundsystemen

|                                     |                                                   |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | EMM_MaET2020                                      |
| <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/Professor Fakultät IME     |
| <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 Leistungsgleichungen zur Netzanalyse anwenden, um mit verschiedenen Maßnahmen die Spannungsqualität gewährleisten zu können.

**Projekt**

Es werden wechselnde aktuelle Projekte bearbeitet.

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| <b>Lehr- und Lernmethoden</b> | ▪ Vorlesung |
|                               | ▪ Projekt   |

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b> | siehe Prüfungsordnung |
|--------------------------------------|-----------------------|

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| <b>Workload</b> | 150 Stunden |
|-----------------|-------------|

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| <b>Präsenzzeit</b> | 34 Stunden $\pm$ 3 SWS |
|--------------------|------------------------|

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| <b>Selbststudium</b> | 116 Stunden |
|----------------------|-------------|

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> | keine |
|-----------------------------------|-------|

|                                  |                                                        |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>Zwingende Voraussetzungen</b> | Projekt erfordert Anwesenheit im Umfang von: 3 Termine |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------|

**Empfohlene Literatur**

|                                                        |                                                           |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | EMM in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024 |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|

**Besonderheiten und Hinweise**

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| <b>Letzte Aktualisierung</b> | 19.7.2025, 14:32:16 |
|------------------------------|---------------------|

## 6.7 FS - Forschungsseminar

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | FS_MaET2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <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 Krah/Professor Fakultät IME                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Dozierende*r</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | verschiedene Dozenten*innen / diverse lecturers                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Learning Outcome(s)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Modulinhalte</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Seminar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>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.</p> <p>Die selbständige Forschung an der wissenschaftlichen Fragestellung erbringt einen hohen Wissenszuwachs, auch rechts und links der eigentlichen Kernfrage.</p> <p>Im Seminar sowie auf der Posterpräsentation erfährt der Studierende fachliche Inhalte von anderen wissenschaftlichen Fragestellungen.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Lehr- und Lernmethoden</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | siehe Prüfungsordnung                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Workload</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 300 Stunden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Präsenzzeit</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 12 Stunden $\triangleq$ 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. |
| <b>Zwingende Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Seminar erfordert Anwesenheit im Umfang von: 4 Präsentationen und 1 Posterausstellung                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Empfohlene Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die empfohlene Literatur hängt vom bearbeiteten Forschungsthema ab</li> </ul>                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | FS in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Letzte Aktualisierung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 19.7.2025, 14:32:16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## 6.8 HIM - Advanced Mathematics

|                                     |                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | HIM_MaET2020                                                                                                                                                                                                           |
| <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 und englisch                                                                                                                                                                                                   |
| <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/Professor Fakultät IME                                                                                                                                                                          |
| <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/Professor 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 (beispielweise 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>                   | siehe Prüfungsordnung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Workload</b>                                        | 150 Stunden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Präsenzzeit</b>                                     | 34 Stunden $\triangleq$ 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>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>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ HIM in Master Communication Systems and Networks 2020</li> <li>▪ HIM in Master Communication Systems and Networks 2024</li> <li>▪ HIM in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024</li> <li>▪ HIM in Master Technische Informatik 2020</li> <li>▪ HIM in Master Informatik und Systems-Engineering 2024</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Letzte Aktualisierung</b>                           | 19.7.2025, 14:32:16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## 6.9 HSUT - Hochspannungsübertragungstechnik

|                                     |                                                   |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | HSUT_MaET2020                                     |
| <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/Professor Fakultät IME |
| <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>                   | siehe Prüfungsordnung                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Workload</b>                                        | 150 Stunden                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Präsenzzeit</b>                                     | 57 Stunden $\pm$ 5 SWS                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Selbststudium</b>                                   | 93 Stunden                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>                      | Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik<br>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>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>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | HSUT in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024                                                                                                                                                                                         |
| <b>Perma-Links zur Organisation</b>                    | <a href="#"><u>ILU-Kurs für die Lehrveranstaltung Hochspannungsübertragungstechnik</u></a>                                                                                                                                                         |
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Letzte Aktualisierung</b>                           | 19.7.2025, 14:32:16                                                                                                                                                                                                                                |

## 6.10 ITF - IT-Forensik

|                                     |                                                                                          |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | ITF_MaET2020                                                                             |
| <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> | siehe Prüfungsordnung                                                                      |
| <b>Workload</b>                      | 150 Stunden                                                                                |

---

|                    |                               |
|--------------------|-------------------------------|
| <b>Präsenzzeit</b> | 45 Stunden $\triangleq$ 4 SWS |
|--------------------|-------------------------------|

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| <b>Selbststudium</b> | 105 Stunden |
|----------------------|-------------|

---

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Empfohlene<br/>Voraussetzungen</b> |  |
|---------------------------------------|--|

---

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Zwingende<br/>Voraussetzungen</b> |  |
|--------------------------------------|--|

---

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Empfohlene Literatur</b> |  |
|-----------------------------|--|

---

|                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Verwendung des<br/>Moduls in<br/>weiteren Studiengängen</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>■ ITF in Master Communication Systems and Networks 2020</li><li>■ ITF in Master Communication Systems and Networks 2024</li><li>■ ITF in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024</li><li>■ ITF in Master Medientechnologie 2020</li><li>■ ITF in Master Medientechnologie 2024</li><li>■ ITF in Master Technische Informatik 2020</li><li>■ ITF in Master Informatik und Systems-Engineering 2024</li></ul> |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

---

|                                        |  |
|----------------------------------------|--|
| <b>Besonderheiten und<br/>Hinweise</b> |  |
|----------------------------------------|--|

---

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| <b>Letzte Aktualisierung</b> | 19.7.2025, 14:32:16 |
|------------------------------|---------------------|

## 6.11 KOLL - Kolloquium zur Masterarbeit

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | KOLL_MaET2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Learning Outcome(s)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Darstellung von Forschungsergebnissen in einer Präsentation in vorgegebenem engen zeitlichen Rahmen</li> <li>- Fachliche und außerfachliche Bezüge der eigenen Arbeit darstellen und begründen</li> <li>- Eigene Lösungswege und gewonnene Erkenntnisse darstellen und diskutieren</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Modulinhalte</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Kolloquium</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>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</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Lehr- und Lernmethoden</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Kolloquium                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | siehe Prüfungsordnung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Workload</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 90 Stunden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Präsenzzeit</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0 Stunden $\pm$ 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>Empfohlene Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ KOLL in Master Communication Systems and Networks 2020</li> <li>▪ KOLL in Master Communication Systems and Networks 2024</li> <li>▪ KOLL in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024</li> <li>▪ KOLL in Master Medientechnologie 2020</li> <li>▪ KOLL in Master Medientechnologie 2024</li> <li>▪ KOLL in Master Technische Informatik 2020</li> <li>▪ KOLL in Master Informatik und Systems-Engineering 2024</li> </ul> |

---

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

---

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| <b>Letzte Aktualisierung</b> | 19.7.2025, 14:32:16 |
|------------------------------|---------------------|

## 6.12 LSPW - Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen

|                                     |                                                                         |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | LSPW_MaET2020                                                           |
| <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/Professor Fakultät IME                         |
| <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.

|                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| <b>Lehr- und Lernmethoden</b> | ▪ Vorlesung / Übungen |
|                               | ▪ Praktikum           |

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b> | siehe Prüfungsordnung |
|--------------------------------------|-----------------------|

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| <b>Workload</b> | 150 Stunden |
|-----------------|-------------|

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| <b>Präsenzzeit</b> | 45 Stunden $\pm$ 4 SWS |
|--------------------|------------------------|

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| <b>Selbststudium</b> | 105 Stunden |
|----------------------|-------------|

|                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> | Grundlagen der Elektrotechnik    |
|                                   | Leistungselektronik              |
|                                   | Grundlagen elektrischer Antriebe |
|                                   | Analoge Signale und Systeme      |

|                                  |                                                                      |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Zwingende Voraussetzungen</b> | Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: Labortermine (8 Std.) |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Empfohlene Literatur</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Hau E.: Windkraftanlagen - Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, Springer Verlag</li> <li>■ Mertens, K.: Photovoltaik - Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis, Hanser Verlag</li> <li>■ Sahan, B.: Wechselrichtersysteme mit Stromzwischenkreis zur Netzanbindung von Photovoltaik-Generatoren, KDEE Kassel</li> </ul> |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                        |                                                            |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | LSPW in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024 |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|

**Besonderheiten und Hinweise**

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| <b>Letzte Aktualisierung</b> | 19.7.2025, 14:32:16 |
|------------------------------|---------------------|

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

|                                     |                                                                         |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | LSPW_MaET2020                                                           |
| <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/Professor Fakultät IME                         |
| <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 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.

|                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| <b>Lehr- und Lernmethoden</b> | ▪ Vorlesung / Übungen |
|                               | ▪ Praktikum           |

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b> | siehe Prüfungsordnung |
|--------------------------------------|-----------------------|

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| <b>Workload</b> | 150 Stunden |
|-----------------|-------------|

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| <b>Präsenzzeit</b> | 45 Stunden $\pm$ 4 SWS |
|--------------------|------------------------|

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| <b>Selbststudium</b> | 105 Stunden |
|----------------------|-------------|

|                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> | Grundlagen der Elektrotechnik    |
|                                   | Leistungselektronik              |
|                                   | Grundlagen elektrischer Antriebe |
|                                   | Analoge Signale und Systeme      |

|                                  |                                                                     |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <b>Zwingende Voraussetzungen</b> | Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 8 Unterrichtsstunden |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Empfohlene Literatur</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Hau E.: Windkraftanlagen - Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, Springer Verlag</li><li>▪ Mertens, K.: Photovoltaik - Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis, Hanser Verlag</li><li>▪ Sahan, B.: Wechselrichtersysteme mit Stromzwischenkreis zur Netzanbindung von Photovoltaik-Generatoren, KDEE Kassel</li></ul> |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                        |                                                            |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | LSPW in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024 |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|

---

**Besonderheiten und Hinweise**

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| <b>Letzte Aktualisierung</b> | 19.7.2025, 14:32:16 |
|------------------------------|---------------------|

### 6.13 MAA - Masterarbeit

|                                     |                                                                                          |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | MAA_MaET2020                                                                             |
| <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
- Selbstständiges 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
- Selbstständiges 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 Ingenieur Tätigkeit 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> | siehe Prüfungsordnung     |
| <b>Workload</b>                      | 810 Stunden               |
| <b>Präsenzzeit</b>                   | 0 Stunden $\pm$ 0 SWS     |
| <b>Selbststudium</b>                 | 810 Stunden               |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>    | Siehe Prüfungsordnung §26 |

---

|                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Zwingende Voraussetzungen</b> | siehe Prüfungsordnung §26 Abs. 1 |
|----------------------------------|----------------------------------|

---

**Empfohlene Literatur**

---

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ MAA in Master Communication Systems and Networks 2020</li><li>▪ MAA in Master Communication Systems and Networks 2024</li><li>▪ MAA in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024</li><li>▪ MAA in Master Medientechnologie 2020</li><li>▪ MAA in Master Medientechnologie 2024</li><li>▪ MAA in Master Technische Informatik 2020</li><li>▪ MAA in Master Informatik und Systems-Engineering 2024</li></ul> |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

---

|                                    |                                                                                                                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b> | Siehe auch Prüfungsordnung §24ff. Kontaktieren Sie frühzeitig einen Professor der Fakultät für die Erstbetreuung der Abschlussarbeit. |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

---

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| <b>Letzte Aktualisierung</b> | 19.7.2025, 14:32:16 |
|------------------------------|---------------------|

---

## 6.14 MLWR - Maschinelles Lernen und wissenschaftliches Rechnen

|                                     |                                                           |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | MLWR_MaET2020                                             |
| <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                                                   |
| <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/Professor Fakultät IME              |
| <b>Dozierende*r</b>                 | Prof. Dr. Beate Rhein/Professor 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

- Embeddings
- 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> | ▪ Vorlesung / Übungen |
|                               | ▪ Praktikum           |

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b> | siehe Prüfungsordnung |
|--------------------------------------|-----------------------|

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| <b>Workload</b> | 150 Stunden |
|-----------------|-------------|

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| <b>Präsenzzeit</b> | 45 Stunden $\pm$ 4 SWS |
|--------------------|------------------------|

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| <b>Selbststudium</b> | 105 Stunden |
|----------------------|-------------|

|                                   |                                                                        |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> | Grundkenntnisse in Wahrscheinlichkeitsrechnung und maschinellem Lernen |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

|                                  |                                                                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Zwingende Voraussetzungen</b> | ▪ Vorlesung / Übungen erfordert Anwesenheit im Umfang von: 6 Stunden                |
|                                  | ▪ Praktikum erfordert Anwesenheit im Umfang von: 2 Termine                          |
|                                  | ▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Praktikum |

|                             |                                                              |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Empfohlene Literatur</b> | ▪ A. Geron: Hand-on Machine Learning, O'Reilly Verlag        |
|                             | ▪ J. Alamar: Hands-on Large Language Models, O'Reilly Verlag |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ MLWR in Master Communication Systems and Networks 2020</li><li>▪ MLWR in Master Communication Systems and Networks 2024</li><li>▪ MLWR in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024</li><li>▪ MLWR in Master Medientechnologie 2024</li><li>▪ MLWR in Master Technische Informatik 2020</li><li>▪ MLWR in Master Informatik und Systems-Engineering 2024</li></ul> |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

---

**Besonderheiten und Hinweise**

---

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| <b>Letzte Aktualisierung</b> | 19.7.2025, 14:32:16 |
|------------------------------|---------------------|

## 6.15 NLO - Nichtlineare Optik

|                                     |                                                |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | NLO_MaET2020                                   |
| <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/Professor Fakultät IME |
| <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.

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

Optische Frequenzvervielfachung (Kristall-Kohärenzlängen, Phasenanpassung, Quasiphasenanpassung und periodische Polung)  
 Frequenzmischung  
 Optisch-Parametrische Oszillation und -Verstärkung  
 Elektro-, magneto- und akusto-optische Effekte  
 Q-switch, Modenkopplung, Ultrakurzpulslaser  
 Anwendung von Multiphotonenprozessen  
 Photorefraktion, stimulierte Brillouinstreuung, phasenkonjugierende Spiegel

Analogien bekannter linearer physikalischer Prozesse (Licht-Materie-Wechselwirkung bei niedriger Intensität) erkennen und übertragen auf nichtlineare Prozesse  
 Prozesse mathematisch beschreiben und das Ergebnis in physikalische Auswirkungen transferieren  
 Idealisierte Systeme auf reale Systeme übertragen und das qualitative Verhalten ableiten  
 Zusammenhänge von Größen (sättigbare Absorption / mehrdimensionaler Brechungsindex) beschreiben und erklären, sowie auf reale Materialien übertragen  
 Technische Anwendungen und Fragestellungen analysieren, in Einzelprozesse zerlegen und über bekannte nichtlineare Wechselwirkungen lösen

**Seminar**

Vorträge zu Anwendungen/Prozessen, die auf den Inhalten der Lehrveranstaltung aufbauen (Transfer der Lehrveranstaltungsinhalte auf weitere Anwendungen)

Beispiele:

- spektralen Verbreiterung in einem Femtosekundenlaser durch Selbstphasenmodulation
- zeitliche Vermessung ultrakurzer Laserpulse
- Ausgleich von Abbildungsfehlern durch den Einsatz von phasenkonjugierenden Spiegeln
- Laserinduzierte Kernfusion
- Multiphotonenprozesse
- Erzeugung und Anwendung höherer Harmonischer
- Optisch-Parametrische-Oszillatoren
- Freie-Elektronen-Laser

Beschaffung geeigneter Literatur/Information  
 Einarbeitung in neues technisches Fachgebiet  
 Nutzung englischer Fachliteratur  
 Auswertung vorliegender Literatur  
 Informationen auf Relevanz überprüfen  
 Wesentliche Informationen herausfiltern und zielgruppenadäquat aufbereiten

|                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| <b>Lehr- und Lernmethoden</b> | ■ Vorlesung / Übungen |
|                               | ■ Seminar             |

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b> | siehe Prüfungsordnung |
|--------------------------------------|-----------------------|

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| <b>Workload</b> | 150 Stunden |
|-----------------|-------------|

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| <b>Präsenzzeit</b> | 45 Stunden $\pm$ 4 SWS |
|--------------------|------------------------|

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| <b>Selbststudium</b> | 105 Stunden |
|----------------------|-------------|

|                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> | Physik: Wellenausbreitung, Phasengeschwindigkeit                                   |
|                                   | Lasertechnik: Lasertypen, Grundprinzip der stimulierten Emission                   |
|                                   | Licht-Materie-Wechselwirkung: Absorption, Streuung, Brechungsindex, Doppelbrechung |

|                                  |                                                              |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Zwingende Voraussetzungen</b> | Seminar erfordert Anwesenheit im Umfang von: Vortragstermine |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|

|                             |                                                     |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Empfohlene Literatur</b> | ■ Boyd – Nonlinear Optics, Elsevier                 |
|                             | ■ Pedrotti – Optik für Ingenieure, Springer         |
|                             | ■ Saleh, Teich – Grundlagen der Photonik, Wiley VCH |

---

|                                                        |                                                           |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | NLO in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024 |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|

---

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b> |  |
|------------------------------------|--|

---

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| <b>Letzte Aktualisierung</b> | 19.7.2025, 14:32:16 |
|------------------------------|---------------------|

---

## 6.16 OE - Optoelektronik

## 6.17 OSA - Optische Spektroskopie und Anwendungen

|                                     |                                                |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | OSA_MaET2020                                   |
| <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/Professor Fakultät IME |
| <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>                   | siehe Prüfungsordnung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Workload</b>                                        | 150 Stunden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Präsenzzeit</b>                                     | 34 Stunden $\triangleq$ 3 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Selbststudium</b>                                   | 116 Stunden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>                      | Geometrische Optik<br>Radiometrie, Fotometrie, Strahlungsphysik<br>Optische Messtechnik<br>Wellenoptik<br>Mathematik 1 / 2<br>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>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>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | OSA in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Letzte Aktualisierung</b>                           | 19.7.2025, 14:32:16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## 6.18 PLET - Projektleitung

|                                     |                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | PLET_MaET2020                                                                                                                                                |
| <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. Michael Gartz/Professor Fakultät IME                                                                                                               |
| <b>Dozierende*r</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prof. Dr. Michael Gartz/Professor Fakultät IME</li> <li>▪ Prof. Dr. Uwe Oberheide/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

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Lehr- und Lernmethoden</b>                          | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Seminar</li><li>▪ Projekt</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b>                   | siehe Prüfungsordnung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Workload</b>                                        | 150 Stunden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Präsenzzeit</b>                                     | 23 Stunden $\pm$ 2 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Selbststudium</b>                                   | 127 Stunden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>                      | grundlegende Kenntnisse zum Projektmanagement<br>grundlegende Erfahrungen als Mitglied von Projektteams                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Zwingende Voraussetzungen</b>                       | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Projekt erfordert Anwesenheit im Umfang von: 8 Termine</li><li>▪ Teilnahme an abschließender Prüfung nur nach erfolgreicher Teilnahme an Projekt</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Empfohlene Literatur</b>                            | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Hans-D. Litke, „Projektmanagement, Methoden, Techniken, Verhaltensweisen, Evolutionäres Projektmanagement“, Hanser</li><li>▪ Ken Schwaber: Agiles Projektmanagement mit Scrum (Microsoft Press)</li><li>▪ Litke, Kunow, Schulz-Wimmer, „Projekt-Management“, Taschenguide , Haufe</li><li>▪ Stefan Kreiser, Skripte der Vorlesung Software Engineering f.d. Automatisierungstechnik: „Projektmanagement, Vorgehensmodelle“, ILIAS</li><li>▪ Stanley E.Portny, „Projektmanagement für Dummies“, Wiley</li><li>▪ Marcus Heidbrink, „Das Projektteam“, Haufe</li><li>▪ Video Tutorial für SCRUM: <a href="http://www.video2brain.com/de/videotraining/agile-softwareentwicklung-mit-scrum">http://www.video2brain.com/de/videotraining/agile-softwareentwicklung-mit-scrum</a></li></ul> |
| <b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ PLET in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024</li><li>▪ PLET in Master Technische Informatik 2020</li><li>▪ PLET in Master Informatik und Systems-Engineering 2024</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b>                     | Die Lehrveranstaltung beginnt bereits ca. 3 Wochen vor dem Vorlesungsbeginn. Weitere Hinweise finden Sie auf der Webseite des Studiengangs Master Elektrotechnik und Informationstechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Letzte Aktualisierung</b>                           | 22.8.2025, 10:17:37                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## 6.19 QEKS - Qualitätsgesteuerter Entwurf komplexer Softwaresysteme

|                                     |                                                         |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | QEKS_MaET2020                                           |
| <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/Professor Fakultät IME         |
| <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 verbreiterterem 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

|                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| <b>Lehr- und Lernmethoden</b> | ▪ Vorlesung / Übungen |
|                               | ▪ Seminar             |
|                               | ▪ Projekt             |

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b> | siehe Prüfungsordnung |
|--------------------------------------|-----------------------|

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| <b>Workload</b> | 150 Stunden |
|-----------------|-------------|

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| <b>Präsenzzeit</b> | 57 Stunden $\pm$ 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, TCP/IP, 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>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>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ QEKS in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024</li><li>▪ QEKS in Master Technische Informatik 2020</li><li>▪ QEKS in Master Informatik und Systems-Engineering 2024</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Letzte Aktualisierung</b>                           | 19.7.2025, 14:32:16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## 6.20 QM - Quantenmechanik

|                                     |                                                |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | QM_MaET2020                                    |
| <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/Professor Fakultät IME |
| <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> | siehe Prüfungsordnung                                                            |
| <b>Workload</b>                      | 150 Stunden                                                                      |
| <b>Präsenzzeit</b>                   | 34 Stunden $\pm$ 3 SWS                                                           |
| <b>Selbststudium</b>                 | 116 Stunden                                                                      |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>                      | vertiefte Kenntnisse Mathematik (Integralrechnung, Differentialrechnung, Vektorgeometrie)<br>Grundkenntnisse Physik (Schwingungen und Wellen, Doppelspalt, Interferenz, Thermodynamik, potentielle / kinetische Energie)<br>Grundkenntnisse Elektrotechnik (magnetische und elektrische Felder, Bauelemente) |
| <b>Zwingende Voraussetzungen</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <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>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | QM in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Letzte Aktualisierung</b>                           | 19.7.2025, 14:32:16                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## 6.21 RM - Rastermikroskopie

|                                     |                                                  |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | RM_MaET2020                                      |
| <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/Professor Fakultät IME |
| <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 die Abstraktionsfähigkeit, Analysefähigkeit und sowie die Fähigkeit zur Bewertung komplexer 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> | ▪ Vorlesung / Übungen |
|                               | ▪ Praktikum           |

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b> | siehe Prüfungsordnung |
|--------------------------------------|-----------------------|

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| <b>Workload</b> | 150 Stunden |
|-----------------|-------------|

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| <b>Präsenzzeit</b> | 45 Stunden $\pm$ 4 SWS |
|--------------------|------------------------|

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| <b>Selbststudium</b> | 105 Stunden |
|----------------------|-------------|

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>                      | Mathematik<br>Differential- und Integralrechnung<br>komplexe Zahlen<br>Vektorrechnung<br>Grundlagen der Differentialgeometrie<br><br>Physik / Optik<br>geometrische Optik<br>Wellenoptik                                                                                |
| <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>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>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | RM in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Letzte Aktualisierung</b>                           | 19.7.2025, 14:32:16                                                                                                                                                                                                                                                     |

## 6.22 SIM - Simulation in der Ingenieurwissenschaft

|                                     |                                                     |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | SIM_MaET2020                                        |
| <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/Professor Fakultät IME     |
| <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> | siehe Prüfungsordnung                                                                      |
| <b>Workload</b>                      | 150 Stunden                                                                                |
| <b>Präsenzzeit</b>                   | 45 Stunden $\pm$ 4 SWS                                                                     |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Selbststudium</b>                                   | 105 Stunden                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrostatik: Feldstärke, Flussdichte, Dielektrika</li> <li>- Elektromagnetismus: Feldstärke, Flussdichte, Fluss, magnetische Kreise, induzierte Spannung</li> </ul> |
| <b>Zwingende Voraussetzungen</b>                       |                                                                                                                                                                                                                |
| <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>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | SIM in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024                                                                                                                                                      |
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b>                     |                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Letzte Aktualisierung</b>                           | 19.7.2025, 14:32:16                                                                                                                                                                                            |

### 6.23 SNEE - Stromnetze für erneuerbare Energien

|                                     |                                                         |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | SNEE_MaET2020                                           |
| <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, 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. Eberhard Waffenschmidt/Professor Fakultät IME |
| <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 regelungstechnischen 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.

Projekthemen:

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.

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| <b>Lehr- und Lernmethoden</b> | ▪ Vorlesung |
|                               | ▪ Projekt   |

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b> | siehe Prüfungsordnung |
|--------------------------------------|-----------------------|

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| <b>Workload</b> | 150 Stunden |
|-----------------|-------------|

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| <b>Präsenzzeit</b> | 34 Stunden $\pm$ 3 SWS |
|--------------------|------------------------|

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| <b>Selbststudium</b> | 116 Stunden |
|----------------------|-------------|

|                                   |                                                                                                |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> | Grundlagen der Elektrotechnik, insbesondere komplexe Wechselstromrechnung und Drehstromsysteme |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>Zwingende Voraussetzungen</b> |  |
|----------------------------------|--|

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Empfohlene Literatur</b>                            | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 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</li><li>■ Dieter Nelles, Christian Tuttas, "Elektrische Energietechnik", B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, 1998, ISBN 3-519-06427-8</li><li>■ 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</li><li>■ „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.</li></ul> |
| <b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | SNEE in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Letzte Aktualisierung</b>                           | 19.7.2025, 14:32:16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## 6.24 SYE - Systemtechnik für Energieeffizienz

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | SYE_MaET2020                                                                                                    |
| <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/Professor Fakultät IME                                                                    |
| <b>Dozierende*r</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Prof. Dr. Johanna May/Professor Fakultät IME                                                                    |
| <b>Learning Outcome(s)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                 |
| 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. |                                                                                                                 |
| <b>Modulinhalte</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                 |
| <b>Vorlesung / Übungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                 |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                 |
| <b>Praktikum</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                 |
| Thermografie, Messung elektrischer Energie von mehr und weniger energieeffizienten Verbrauchern, Aufnahme von Lastprofilen (zu Hause), kritische Betrachtung der jeweils entstehenden Messunsicherheiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                 |
| <b>Projekt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                 |
| 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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | siehe Prüfungsordnung                                                                                           |
| <b>Workload</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 150 Stunden                                                                                                     |
| <b>Präsenzzeit</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 57 Stunden $\pm$ 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>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>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | SYE in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Besonderheiten und Hinweise</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Letzte Aktualisierung</b>                           | 19.7.2025, 14:32:16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## 6.25 TED - Theoretische Elektrodynamik

|                                     |                                                 |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | TED_MaET2020                                    |
| <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/Professor Fakultät IME |
| <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 differentielle Beschreibung ableiten  
 Potentialentwicklungen zur näherungsweisen Problemlösung anwenden  
 Analogien zwischen elektrisch 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 elektrisch 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,  
 Polarisierung  
 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

|                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| <b>Lehr- und Lernmethoden</b> | Vorlesung / Übungen |
|-------------------------------|---------------------|

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <b>Prüfungsformen mit Gewichtung</b> | siehe Prüfungsordnung |
|--------------------------------------|-----------------------|

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| <b>Workload</b> | 150 Stunden |
|-----------------|-------------|

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| <b>Präsenzzeit</b> | 34 Stunden $\pm$ 3 SWS |
|--------------------|------------------------|

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| <b>Selbststudium</b> | 116 Stunden |
|----------------------|-------------|

|                                   |                |
|-----------------------------------|----------------|
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> | Vektoranalysis |
|-----------------------------------|----------------|

**Zwingende Voraussetzungen**

|                             |                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Empfohlene Literatur</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lehner: "Elektromagnetische feldtheorie für Ingenieure", Springer-Verlag</li> <li>▪ Wunsch: "Elektromagnetische Felder", Verlag technik</li> </ul> |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                        |                                                           |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen</b> | TED in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024 |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|

---

**Besonderheiten und  
Hinweise**

---

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

## 6.26 ZR - Zustandsregelung

|                                     |                                                |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Modulkürzel</b>                  | ZR_MaET2020                                    |
| <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 Wintersemester                           |
| <b>Modul-Verantwortliche*r</b>      | Prof. Dr. Norbert Große/Professor Fakultät IME |
| <b>Dozierende*r</b>                 | Prof. Dr. Norbert Große/Professor Fakultät IME |

### Learning Outcome(s)

- Digitale Regler (Einsatzgründe, Funktionsweise, Abtastzeiten)
- Differenzengleichungen
- 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 Differenzengleichungen einsetzen  
 Matrizenberechnungsprogramme einsetzen  
 Simulation dynamischer Systeme durchführen  
 Entwurf komplexer dynamischer Systeme überprüfen

**Lehr- und Lernmethoden**

- Vorlesung / Übungen
- Projekt

**Prüfungsformen mit Gewichtung** siehe Prüfungsordnung

**Workload** 150 Stunden

**Präsenzzeit** 45 Stunden  $\triangleq$  4 SWS

**Selbststudium** 105 Stunden

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

**Zwingende Voraussetzungen**

**Empfohlene Literatur**

- Taschenbuch der praktischen Regelungstechnik, Große, Schorn, Hanser Verlag

**Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen** ZR in Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2024

**Besonderheiten und Hinweise**

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



## 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.

### 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 AUS - Auslandssemester

Hier werden an einer ausländischen Hochschule erbrachte Leistungen nach vorheriger Absprache anerkannt, wenn ihr Umfang dem eines Semesters entspricht. Das konkrete Lehrangebot richtet sich nach der ausländischen Hochschule.

## **7.2 BFH - Beliebiges Modul aus den Pflicht- und Wahlkatalogen der Masterstudiengängen F07 / andere technische Fakultäten**

Beliebiges Modul aus den Pflicht- und Wahlkatalogen der Masterstudiengängen F07 / andere technische Fakultäten

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

### 7.3 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 PHO - Optische Technologien

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

Module der Fakultät:

| Modulkürzel | Modulbezeichnung                                       | ECTS | enthalten in<br>Studienschwerpunkt |
|-------------|--------------------------------------------------------|------|------------------------------------|
| CSO         | Computersimulation in der Optik                        | 5    | PHO                                |
| DMC         | Digital Motion Control                                 | 5    | AU                                 |
| EMM         | Energiemanagement in Energieverbundsystemen            | 5    | ET                                 |
| NLO         | Nichtlineare Optik                                     | 5    | PHO                                |
| QEKs        | Qualitätsgesteuerter Entwurf komplexer Softwaresysteme | 5    | AU                                 |
| QM          | Quantenmechanik                                        | 5    | PHO                                |
| SNEE        | Stromnetze für erneuerbare Energien                    | 5    | ET                                 |
| SYE         | Systemtechnik für Energieeffizienz                     | 5    | ET                                 |
| ZR          | Zustandsregelung                                       | 5    | AU                                 |

## 7.4 WM - Wahlmodul

In Rahmen der Wahlmodule können spezialisierende Fächer M.SPEZ und ein beliebiges technisches Fach M.BHF gewählt werden. Aus diesem Wahlbereich müssen Module im Umfang von mindestens 10 ECTS-Kreditpunkten belegt werden.

Module der Fakultät:

| Modulkürzel | Modulbezeichnung                                                 | ECTS | enthalten in<br>Studienschwerpunkt |
|-------------|------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------|
| DLO         | Deep Learning und Objekterkennung                                | 5    |                                    |
| EBA         | Elektrische Bahnen                                               | 5    |                                    |
| EFA         | Elektrische Fahrzeugantriebe                                     | 5    |                                    |
| ERMK        | Entrepreneurship, Gewerblicher Rechtsschutz, Market Knowledge    | 5    |                                    |
| HSUT        | Hochspannungsübertragungstechnik                                 | 5    |                                    |
| ITF         | IT-Forensik                                                      | 5    |                                    |
| LSPW        | Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen | 5    |                                    |
| MLWR        | Maschinelles Lernen und wissenschaftliches Rechnen               | 5    |                                    |
| OE          | Optoelektronik                                                   | 5    |                                    |
| OSA         | Optische Spektroskopie und Anwendungen                           | 5    |                                    |
| RM          | Rastermikroskopie                                                | 5    |                                    |

## 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 5 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:

| Modulkürzel | Modulbezeichnung                                       | ECTS |
|-------------|--------------------------------------------------------|------|
| DMC         | Digital Motion Control                                 | 5    |
| QEKS        | Qualitätsgesteuerter Entwurf komplexer Softwaresysteme | 5    |
| ZR          | Zustandsregelung                                       | 5    |

## 8.2 ET - Elektrische Energietechnik

Module der Fakultät:

| Modulkürzel | Modulbezeichnung                            | ECTS |
|-------------|---------------------------------------------|------|
| SNEE        | Stromnetze für erneuerbare Energien         | 5    |
| EMM         | Energiemanagement in Energieverbundsystemen | 5    |
| SYE         | Systemtechnik für Energieeffizienz          | 5    |

### 8.3 PHO - Optische Technologien

Module der Fakultät:

| Modulkürzel | Modulbezeichnung                | ECTS |
|-------------|---------------------------------|------|
| CSO         | Computersimulation in der Optik | 5    |
| QM          | Quantenmechanik                 | 5    |
| NLO         | Nichtlineare Optik              | 5    |

## 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 - Forschung: Von der Grundl... | HF2 - Qualitätskontrolle von Pr... | HF3 - Produktion: Planung, Konz... | HF4 - Koordination und Leitung ... | HF5 - IT Administration, Projek... | K.1 - Komplexe technische Syste... | K.2 - Komplexe technische Syste... | K.3 - Nachhaltigkeit und gesell... | K.4 - Fachliche Führungs- und E... | K.5 - MINT Fachwissen erweitern... | K.6 - Studienrichtungsspezifisc... | K.7 - Komplexe Systeme analysie... | K.8 - Komplexe Systeme abstrahi... | K.9 - Modelle komplexer Systeme... | K.10 - Komplexe wissenschaftlich... | K.11 - Forschungs- und Entwicklu... | K.12 - Situations- und sachgerec... | K.13 - Projekte organisieren | K.14 - Projekte erfolgreich leit... | K.15 - Anerkannte Methoden für w... | K.16 - Gesellschaftliche und eth... | K.17 - Sprachliche und interkult... | SK.1 - Global Citizenship | SK.2 - Internationalisierung | SK.3 - Interdisziplinarität | SK.4 - Transfer |
|--------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| CSO    | Computersimulation in der Optik                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                   |                                     |                                     | ●                            |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| DLO    | Deep Learning und Objekterkennung                                | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  |                                     | ●                                   |                                     |                              |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| DMC    | Digital Motion Control                                           | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                     | ●                                   | ●                                   |                              |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| EBA    | Elektrische Bahnen                                               | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  |                                     |                                     |                                     |                              | ●                                   |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| EFA    | Elektrische Fahrzeugantriebe                                     | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  | ●                                  |                                     |                                     |                                     |                              | ●                                   |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| EMM    | Energiemanagement in Energieverbundsystemen                      |                                    | ●                                  | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                   |                                     | ●                                   |                              |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| FS     | Forschungsseminar                                                | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                   |                                     |                                     |                              |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| HIM    | Advanced Mathematics                                             |                                    |                                    |                                    | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    | ●                                  |                                     |                                     |                                     |                              |                                     |                                     |                                     |                                     |                           | ●                            |                             |                 |
| HSUT   | Hochspannungsübertragungstechnik                                 | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  |                                     |                                     |                                     |                              | ●                                   |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| ITF    | IT-Forensik                                                      | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    |                                    |                                    | ●                                  | ●                                   |                                     | ●                                   | ●                            |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| KOLL   | Kolloquium zur Masterarbeit                                      | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    | ●                                  | ●                                  |                                    |                                    |                                    |                                     |                                     |                                     |                              |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| LSPW   | Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  | ●                                  |                                     |                                     |                                     |                              | ●                                   |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| MAA    | Masterarbeit                                                     | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                   | ●                                   | ●                                   | ●                            |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              | ●                           | ●               |
| MLWR   | Maschinelles Lernen und wissenschaftliches Rechnen               |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    | ●                                  |                                    | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  | ●                                  |                                     | ●                                   | ●                                   | ●                            |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              | ●                           | ●               |
| NLO    | Nichtlineare Optik                                               | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  |                                     |                                     |                                     |                              |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |

| Kürzel | Modulbezeichnung                                       | HF1 - Forschung: Von der Grundl... | HF2 - Qualitätskontrolle von Pr... | HF3 - Produktion: Planung, Konz... | HF4 - Koordination und Leitung ... | HF5 - IT Administration, Projek... | K.1 - Komplexe technische Syste... | K.2 - Komplexe technische Syste... | K.3 - Nachhaltigkeit und gesell... | K.4 - Fachliche Führungs- und E... | K.5 - MINT Fachwissen erweitern... | K.6 - Studienrichtungsspezifisc... | K.7 - Komplexe Systeme analysie... | K.8 - Komplexe Systeme abstrahi... | K.9 - Modelle komplexer Systeme... | K.10 - Komplexe wissenschaftlich... | K.11 - Forschungs- und Entwicklu... | K.12 - Situations- und sachgerec... | K.13 - Projekte organisieren | K.14 - Projekte erfolgreich leit... | K.15 - Anerkannte Methoden für w... | K.16 - Gesellschaftliche und eth... | K.17 - Sprachliche und interkult... | SK.1 - Global Citizenship | SK.2 - Internationalisierung | SK.3 - Interdisziplinarität | SK.4 - Transfer |
|--------|--------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| OE     | Optoelektronik                                         | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                     | ●                                   | ●                                   | ●                            | ●                                   | ●                                   |                                     | ●                                   |                           |                              |                             |                 |
| OSA    | Optische Spektroskopie und Anwendungen                 | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                   |                                     | ●                                   | ●                            |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| PLET   | Projektleitung                                         | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    |                                    |                                    | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  |                                    | ●                                  |                                    | ●                                   | ●                                   | ●                                   |                              |                                     |                                     |                                     |                                     | ●                         |                              | ●                           |                 |
| QEKs   | Qualitätsgesteuerter Entwurf komplexer Softwaresysteme | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                   | ●                                   | ●                                   | ●                            | ●                                   |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| QM     | Quantenmechanik                                        |                                    | ●                                  |                                    | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  |                                     |                                     |                                     |                              | ●                                   |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| RM     | Rastermikroskopie                                      | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  |                                     |                                     | ●                                   |                              |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| SIM    | Simulation in der Ingenieurwissenschaft                | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    |                                    |                                    | ●                                  | ●                                   |                                     | ●                                   | ●                            |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| SNEE   | Stromnetze für erneuerbare Energien                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                   |                                     | ●                                   | ●                            |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| SYE    | Systemtechnik für Energieeffizienz                     | ●                                  | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  |                                    | ●                                  | ●                                  | ●                                   |                                     | ●                                   |                              |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| TED    | Theoretische Elektrodynamik                            |                                    | ●                                  |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    | ●                                  |                                    |                                    | ●                                  | ●                                  |                                    | ●                                  |                                     |                                     |                                     |                              |                                     |                                     |                                     |                                     |                           |                              |                             |                 |
| 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                 |
|---------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 3.7     | 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> |
| 3.6     | 2024-07-06-12-00-00 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Übernahme von "Visuelle und auditive Wahrnehmung" durch Prof. Reiter (vormals Prof. Kunz)</li> <li>2. Übernahme von "Bildverarbeitung", "Projekt Bildverarbeitung / Mustererkennung", "Signaltheorie u. Angewandte Mathematik" durch Prof. Salmen (vormals Prof. Kunz)</li> <li>3. Neues Modul "IT-Forensik" für Masterstudiengänge Technische Informatik, Medientechnologie und Elektrotechnik</li> <li>4. Neues Modul "Ausgewählte Themen der Medientechnologie" und Lehrveranstaltung "Haptic Interfaces"</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <a href="#">Link</a> |
| 3.5     | 2024-06-11-14-00-00 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mitarbeit in Gremien im Bachelor/Master Technische Informatik und Bachelor Elektrotechnik</li> <li>2. Produktentwicklung für Smart-Cities im Wintersemester (verantwortlich jetzt Prof. Humpert)</li> <li>3. Überarbeitung Modul und Lehrveranstaltung Elektrische Sicherheit und EMV</li> <li>4. Überarbeitung Modul und Lehrveranstaltung Hochspannungstechnik</li> <li>5. Überarbeitung Modul und Lehrveranstaltung Hochspannungsübertragungstechnik</li> <li>6. Neue(s) Modul und Lehrveranstaltung Themen der Medientechnologie</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <a href="#">Link</a> |
| 3.4     | 2024-05-10-14-30-00 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Weitere Literaturangabe in Lehrveranstaltung Antennentechnik</li> <li>2. Medienrecht: Tutorium entfernt, Prüfungstyp zu "andere studienbegleitende Prüfungsform" geändert, weitere Literaturangaben, Modul in Bachelor Medientechnologie angelegt</li> <li>3. Änderungen der Dozenten und Literatur in Lehrveranstaltung "Informatik 1/2", "Mensch-Maschine-Interaktion" und "Parallelprogrammierung"</li> <li>4. Lehrveranstaltung Leistungselektronik: Überarbeitung der Prüfungsdetails und Literaturangaben</li> <li>5. Änderung der Modulverantwortung von Kunz zu Reiter / Grünvogel / Salmen in "Visuelle und auditive Wahrnehmung", "Mathematik 2" und "Signaltheorie und angewandte Mathematik"</li> <li>6. Anlage Modul "Interdisziplinäres Projekt" im Bachelor Medientechnologie</li> <li>7. Lehrveranstaltung Energiemanagement in Energieverbundsystemen: Änderungen an Präsenzzeit, Räumen und Prüfungstyp (jetzt Projektarbeit + E-Assessment)</li> <li>8. Lehrveranstaltung Energiespeicher: Streichung des Tutoriums, Prüfungstyp jetzt Fachgespräch</li> <li>9. Lehrveranstaltung Energiewirtschaft: Überarbeitung der Fertigungsbeschreibungen und des Begleitmaterials, Streichung des Tutoriums</li> <li>10. Modul SmartCity: Änderung Modulverantwortung von Stadler zu Humpert</li> <li>11. Lehrveranstaltung Elektrische Antriebe: Überarbeitung der Prüfungsbeschreibung und Praktikumskompetenzen</li> <li>12. Lehrveranstaltung Schaltzetteile: Überarbeitungen der Prüfungsbeschreibung, -typ, Begleitmaterialien, Präsenzlehre und Fertigkeiten.</li> <li>13. Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen: Überarbeitungen der Prüfungsbeschreibung, -typ, Begleitmaterialien, Präsenzlehre und Fertigkeiten.</li> </ol> | <a href="#">Link</a> |

| Version | Datum               | Änderungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Link                 |
|---------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 3.3     | 2024-02-23-15-00-00 | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Generelle Überarbeitung des Layouts</li><li>2. Eingangstexte bei Wahlmodulkatalogen und Schwerpunkten überarbeitet und POs angeglichen</li><li>3. Lehrveranstaltung BWR (Kim) sowohl im Sommer- als auch Wintersemester.</li><li>4. Modellierung von Energiesystemen der Fakultät 09 als wählbares Modul im allgemeinen Wahlkatalog im Master Technische Informatik</li></ol>                                         | <a href="#">Link</a> |
| 3.2     | 2023-07-17-11-00-00 | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Masterarbeit in Master Communication Systems and Engineering auf Englisch (FR-2023-12)</li><li>2. Link auf Informationen in Ilias in Bachelor Elektrotechnik, Modul XIB</li><li>3. Fehlerkorrekturen im Studienschwerpunktverzeichnis Bachelor Elektrotechnik</li><li>4. Aufnahme Hochspannungsübertragungstechnik in Studienschwerpunkt "Elektrische Energietechnik" im Master Elektrotechnik (FR-2023-14)</li></ol> | <a href="#">Link</a> |
| 3.1     | 2023-02-24-20-00-00 | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Allgemeine Bereinigung von kaputten Links (http 404)</li></ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <a href="#">Link</a> |
| 3.0     | 2023-02-12-17-30-00 | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Modul "Entrepreneurship, Gewerblicher Rechtsschutz, Market Knowledge" und Lehrveranstaltung "Gewerblicher Rechtsschutz" eingerichtet</li><li>2. Licht und Beleuchtungstechnik ins Wintersemester verschoben</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)