



**THU**  
Technische  
Hochschule  
Ulm

# Modulhandbuch des Studiengangs

## Elektrotechnik und Informationstechnik Bachelor of Engineering (B.Eng.)

Technische Hochschule Ulm

Gültig für die Version 76 der Studien- und Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik (ET) und für die Version 75 der Studien- und Prüfungsordnung für den Dualen Bachelorstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik nach dem Ulmer Modell (ETd)

Stand: 01.09.2025

## Inhaltsverzeichnis

1. Studienverlauf und Zielsetzung .....	5
1.1. Studienverlauf .....	5
1.2. Zielsetzung des Studiengangs.....	5
1.3. Abhängigkeiten der einzelnen Module untereinander .....	8
1.4. Verzahnung mit dem internationalen Studiengang Electrical Engineering and Information Technology.....	9
1.5. Vorbereitenden Lehrveranstaltungen für das Praktikum in den Studiengängen ET und ETd .....	10
2. Pflichtmodule.....	12
2.1. Grundstudium .....	12
2.1.1. Digitaltechnik 1 .....	13
2.1.2. Grundlagen der Elektrotechnik 1 mit Schlüsselqualifikationen.....	15
2.1.3. Mathematische Grundlagen .....	17
2.1.4. Physik 1 .....	18
2.1.5. Programmieren 1 .....	20
2.1.6. Digitaltechnik 2 .....	22
2.1.7. Elektrotechnik 2 .....	24
2.1.8. Grundlagen der Kommunikationstechnik .....	27
2.1.9. Mathematik für die Elektrotechnik 1.....	29
2.1.10. Physik 2 .....	30
2.1.11. Programmieren 2 mit Projekt .....	32
2.2. Hauptstudium.....	34
2.2.1. Elektrische Maschinen, Electrical Machines and Drives .....	35
2.2.2. Elektronik, Electronics.....	39
2.2.3. Mathematik für die Elektrotechnik 2, Mathematics for Electrical Engineering 2.....	43
2.2.4. Mikrocomputertechnik, Microcomputer Technology .....	45
2.2.5. Regelungstechnik, Control Theory .....	48
2.2.6. Signalverarbeitung, Digital Signal Processing .....	52
2.2.7. Software Engineering, Software Engineering .....	54
2.2.8. Systemtheorie, Systems Theory.....	58
2.2.9. Arbeitsmethoden in technischen Projekten (ET) .....	61
2.2.10. Praxisprojekt (ET) .....	63
2.2.11. Praxisprojekt 1 (ETd) .....	65
2.2.12. Ergänzung Praxisprojekt (ETd) .....	67
2.2.13. Praxisprojekt 2 (ETd) .....	69
2.2.14. Projekt Elektrotechnik.....	71
2.2.15. Bachelorarbeit mit Seminar .....	73
3. Module der Schwerpunkte (Vertiefungsrichtungen).....	75

3.1.	Schwerpunkt Automatisierung.....	75
3.1.1.	Steuerungstechnik .....	76
3.1.2.	Sensors and Bus Systems .....	78
3.1.3.	Methoden der Regelungstechnik.....	80
3.1.4.	Aktorsysteme .....	82
3.2.	Schwerpunkt Fahrzeugsysteme.....	84
3.2.1.	Sensoren und Bussysteme .....	85
3.2.2.	Fahrwerkstechnik.....	87
3.2.3.	Automotive Engineering .....	88
3.2.4.	Autonomous Driving .....	90
3.3.	Schwerpunkt High Speed Electronics .....	92
3.3.1.	Hochfrequenztechnik.....	93
3.3.2.	Digitale Schaltungen und Systeme.....	95
3.3.3.	Electromagnetic Compatibility.....	97
3.3.4.	Schaltungen der Kommunikationstechnik .....	99
3.4.	Schwerpunkt Internet of Things und KI.....	101
3.4.1.	Datenbanken.....	102
3.4.2.	Distributed Systems .....	104
3.4.3.	Data Science und KI.....	106
3.4.4.	Edge Computing und KI.....	108
3.5.	Schwerpunkt Kommunikationssysteme .....	110
3.5.1.	Wired Communications .....	111
3.5.2.	Methoden der Kommunikationstechnik.....	112
3.5.3.	Funkkommunikation .....	113
3.5.4.	Simulation von Kommunikationssystemen .....	115
3.6.	Schwerpunkt Leistungselektronik und Energietechnik .....	117
3.6.1.	Elektrische Energieversorgung.....	118
3.6.2.	Power Electronics.....	120
3.6.3.	Antriebe und Anlagentechnik .....	122
3.6.4.	Elektromagnetische Verträglichkeit.....	124
3.7.	Schwerpunkt Wirtschaft.....	126
3.7.1.	Betriebswirtschaftslehre.....	127
3.7.2.	Wahlmodul English for special purposes C1 .....	129
3.7.3.	Unternehmensbewertung und Unternehmensanalyse .....	134
3.7.4.	Europäisches Wirtschaftsrecht .....	136
4.	Wahlpflichtmodule .....	137
4.1.	Technische Wahlpflichtmodule .....	137
4.1.1.	Anwendungsorientierte Mikrowellentechnik.....	138

4.1.2.	Codierung und Kryptologie .....	141
4.1.3.	Halbleiteroptik .....	142
4.1.4.	Höhere Mathematik.....	144
4.1.5.	Intelligente Solar- und Speicherelektronik .....	145
4.1.6.	Linux .....	146
4.1.7.	Numerische Mathematik .....	147
4.1.8.	Photovoltaische Inselsysteme.....	148
4.1.9.	Python .....	149
4.1.10.	Safe Automation .....	150
4.2.	Sprachen.....	152
4.3.	Wahlpflichtmodule aus dem Bereich Wirtschafts- und Sozialwissenschaften .....	153
5.	Beschreibung der Schwerpunkte (Vertiefungsrichtungen) .....	154
5.1.	Automatisierung.....	155
5.2.	Fahrzeugsysteme.....	156
5.3.	High Speed Electronics .....	157
5.4.	Internet of Things und KI.....	158
5.5.	Kommunikationssysteme .....	159
5.6.	Leistungselektronik und Energietechnik .....	160
5.7.	Wirtschaft.....	161

## 1. Studienverlauf und Zielsetzung

### 1.1. Studienverlauf

Der Studienverlauf für den Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik (ET) ist in Abbildung 1 dargestellt und gliedert sich in das so genannte **Basisstudium**, das das Grundstudium sowie die für alle Studierenden verpflichtenden Module des Hauptstudiums umfasst und dessen Module in Abbildung 1 in grauer Farbe dargestellt sind, in das so genannte **Schwerpunktstudium**, in dem die Studierenden jeweils vier Module aus zwei zu wählenden Vertiefungsrichtungen absolvieren, sowie in die **Wahlpflichtmodule**. Ein Wahlpflichtmodul muss dabei aus dem Bereich der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, ein zweites aus dem Bereich der Sprachen gewählt werden.



Abbildung 1: Studienverlauf für die Studiengänge ET und ETd

Bis auf die Eingliederung der Praxisphasen ist der Studienverlauf des Dualen Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik nach dem Ulmer Modell (ETd) identisch mit dem Studienverlauf des Studiengangs ET. Die Lehrplansemester des Studiengangs ETd entsprechend dabei den Ausbildungssemestern des Studiengangs ET, wobei im Studiengang ETd das Praxissemester auf mehrere Abschnitte der Praxisphasen in den vorlesungsfreien Zeiten des Hauptstudiums aufgeteilt ist und daher dem Praxissemester kein einzelnes Lehrplansemester zugeordnet ist.

Im Modulhandbuch werden für alle Module die Ausbildungssemester, denen die Module zugeordnet sind, für die Studiengänge ET und ETd getrennt angegeben. Die Angaben der Ausbildungssemester beziehen sich dabei auf die Tabellen in §44 (10) der Studien- und Prüfungsordnung für den Studiengang ET und in §41 (10) der Studien- und Prüfungsordnung für den Studiengang ETd.

Das **Grundstudium** schließt mit der Bachelor-Vorprüfung ab. Die Module des **Hauptstudiums**, d.h. des Studiums nach Abschluss des Grundstudiums, sind Teil der Bachelor-Prüfung.

### 1.2. Zielsetzung des Studiengangs

Das Studium baut auf fundierten mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagen auf und umfasst im Grundstudium Vorlesungen in den Bereichen Mathematik, Physik, Grundlagen der Elektrotechnik, Kommunikations- und Informationstechnik, Entwurf digitaler Logikschaltungen, Programmieren und Messtechnik. Im Hauptstudium werden die Schlüsseltechnologien und -methoden der Elektrotechnik und Informationstechnik mit Themen wie Elektrische Maschinen, Elektronik, künstliche Intelligenz, Mikrocomputertechnik, Systemtheorie, Signalverarbeitung, Software Engineering oder Regelungstechnik vermittelt, gemeinsam mit Methoden des Projektmanagements und des wissenschaftlichen Arbeitens. Weiterhin müssen die Studierenden im Hauptstudium zwei der folgenden

Vertiefungsrichtungen wählen: (A) Automatisierung, (F) Fahrzeugsysteme, (H) High Speed Electronics, (I) Internet of Things und KI, (K) Kommunikationssysteme, (L) Leistungselektronik und Energietechnik sowie (W) Wirtschaft.

Während eines Praxissemesters in der Industrie werden die in den ersten beiden Studienjahren erlernten, ingenieurwissenschaftlichen Methoden sowie die Fähigkeiten im Projektmanagement praktisch angewendet. Im Anschluss an das Praxissemester werden diese Fertigkeiten während der Durchführung einer anspruchsvollen, in den Instituten der Fakultät durchgeführten Projektarbeit weiter vertieft. Teil des Studiums sind auch eine Reihe von wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Fächern sowie Fächern aus dem Sprachenprogramm, aus denen die Studierenden wählen können, wobei mindestens ein Fach aus dem Bereich der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften und mindestens eine Sprache gewählt werden müssen. Am Ende des Studiums muss jede Studentin und jeder Student innerhalb von vier Monaten eine forschungs- oder anwendungsorientierte Abschlussarbeit anfertigen.

Die Studierenden werden praxis- und anwendungsorientiert in den mathematischen, naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen ausgebildet und erwerben die Fähigkeiten, die für eine selbständige Tätigkeit als Ingenieurin oder Ingenieur der Elektrotechnik und Informationstechnik erforderlich sind.

In diesem Studiengang erwerben die Studierenden Kenntnisse und Fertigkeiten in den mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundlagen sowie in speziellen Themenbereichen der Elektrotechnik und Informationstechnik. Sie erwerben Fähigkeiten im Umgang mit elektronischen Komponenten und Subsystemen, in der Programmierung auf verschiedenen Abstraktionsebenen sowie im Projektmanagement und den Methoden wissenschaftlichen Arbeitens einschließlich der Ergebnissicherung in Form von technisch-wissenschaftlicher Dokumentationen sowie der Vorstellung von Ergebnissen in Form von technisch-wissenschaftlichen Präsentationen.

Mit den genannten Kenntnissen und Fertigkeiten haben die Studierenden die Kompetenz, Problemlösungen in den von ihnen gewählten Vertiefungsrichtungen zu finden und diese zu analysieren, zu erforschen, zu entwerfen, zu konstruieren, zu simulieren, zu realisieren, zu testen, zu dokumentieren und zu präsentieren.

Im Dualen Studiengang nach dem Ulmer Modell werden weitere Qualifikationsziele im Rahmen der in das Studium integrierten Berufsausbildung erreicht: Berufsausbildung in einem „realen“ Arbeitsumfeld, Ausrichtung des Ingenieurstudiums auf eine mögliche Führungsposition, zusätzliche Praktika in den Semesterferien, kontinuierliche Integration und Einbindung der bzw. des Auszubildenden/Studierenden in das Unternehmen.

Der Abschluss Bachelor of Engineering vermittelt den Absolventinnen und Absolventen wesentliche Fähigkeiten für Forschungs-, Entwicklungs-, Produktions-, Service- und Managementaufgaben in der elektrotechnischen Industrie und anderen verwandten Bereichen.

Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik ...

... sind in der Lage, auf der Grundlage ihres erworbenen mathematisch-physikalischen Wissens technische Probleme zu lösen, indem sie praktische und theoretische Fallstudien bearbeiten.

... können auf der Grundlage einer ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung auf dem Gebiet der Elektrotechnik und Informationstechnik Grundlagen und Schlüsselmethoden der Elektrotechnik und Elektronik, der digitalen Informations- und Kommunikationstechnik sowie der Programmierung und der künstlichen Intelligenz anwenden und dabei Methoden und Werkzeuge sachgerecht einsetzen.

... sind in der Lage, komplexe technische Probleme im Bereich der Elektrotechnik und Informationstechnik selbständig, methodisch und wissenschaftlich zielgerichtet zu analysieren und zu lösen.

... sind in der Lage, unter Anwendung ihrer Kenntnisse und Fertigkeiten auf den Gebieten der Elektronik, Mikrocontrollertechnik, Regelungstechnik, Signalverarbeitung und Softwaretechnik elektronische Komponenten und Systeme zu entwerfen.

... können, abhängig von den gewählten Studienschwerpunkten (Vertiefungsrichtungen), fortgeschrittene Prinzipien verwenden und ausgefeilte Methoden anwenden, wobei sie ihre Kompetenzen in den Bereichen

(A) Regelungstechnik, Automatisierung, Bussysteme

- (F) Automobilelektronik, Bussysteme
- (H) Hochfrequenztechnik, Schaltungen der Kommunikationstechnik
- (I) Informatik, Verteilte Systeme, Datenanalyse, künstliche Intelligenz
- (K) Kommunikationstechnik, Signalverarbeitung
- (L) Leistungselektronik, Energiewandlung und -speicherung
- (W) Wirtschaftswissenschaften, Controlling, Marketing

durch einen angemessenen Einsatz von einschlägigen Methoden und Werkzeugen nachweisen.

... beherrschen, abhängig von den gewählten Studienschwerpunkten (Vertiefungsrichtungen), die gängigen Methoden und Werkzeuge für

- (A) den Entwurf und die Analyse von industriellen Automatisierungssystemen
- (F) den Entwurf und die Analyse von elektronischen Systemen in Kraftfahrzeugen
- (H) den Entwurf und die Analyse von Komponenten in Kommunikationssystemen
- (K) den Entwurf und die Analyse von Kommunikationssystemen
- (I) den Entwurf von Komponenten und Systemen für Internet of Things Anwendungen und Anwendungen von eingebetteter Softwaresysteme jeweils unter Einsatz von Methoden der künstlichen Intelligenz
- (L) den Entwurf und die Analyse von Komponenten in der Leistungselektronik und der Energieversorgung
- (W) wirtschaftsorientiertes Projektmanagement.

... verfügen, basierend auf einem fundierten Wissen über das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten im Gesamtsystem, über die Kompetenz

- (A) industrielle Automatisierungssysteme zu entwerfen, zu konstruieren und zu simulieren
- (F) elektronische Systeme in Kraftfahrzeugen zu entwerfen, zu konstruieren und zu simulieren
- (H) Schaltungen für Kommunikationssysteme zu entwerfen, zu konstruieren und zu simulieren
- (I) Systeme für Internet of Things-Anwendungen sowie eingebettete Software Systeme zu entwerfen, zu modellieren, zu strukturieren und zu evaluieren, unter anderem unter Verwendung von Werkzeugen und Methoden der künstlichen Intelligenz
- (K) Kommunikationssysteme zu entwerfen, zu konstruieren und zu simulieren
- (L) Schaltungen der Leistungselektronik und Energieversorgung zu entwerfen, zu konstruieren und zu simulieren
- (W) Entwicklungsprojekte zu strukturieren und zu steuern.

... sind in der Lage, elektrotechnische und elektronische Systeme in den Anwendungsbereichen der gewählten Studienschwerpunkte (Vertiefungsrichtungen) zu entwerfen, zu konstruieren und zu validieren.

... verfügen über die Kompetenz, die im Studium erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten auf neue Problemstellungen zu übertragen und zur Lösungsfindung einzusetzen.

... sind in der Lage, Anforderungen an technische Lösungen zu definieren, zu strukturieren sowie zu spezifizieren, und technische Lösungen auf Basis der an sie gestellten Anforderungen zu validieren,

... sind in der Lage, die Lösung einer Problemstellung zu strukturieren (Projektmanagement) und ihre Ergebnisse mündlich (Diskussion und Präsentation) und schriftlich (Dokumentation) in deutscher und englischer Sprache zu kommunizieren.

... sind in der Lage, selbstständig und im Team zu arbeiten, Ergebnisse kritisch zu analysieren und im regionalen und internationalen Kontext verantwortungsvoll zu handeln.

### 1.3. Abhängigkeiten der einzelnen Module untereinander

In diesem Abschnitt wird der Begriff *Semester* stellvertretend für die Begriffe *Ausbildungssemester* und *Lehrplansemester* wie Sie in der Studien- und Prüfungsordnung genutzt werden verwendet. Die Nummerierung der Semester bezieht sich dabei auf die Darstellung in Abbildung 1.

Um eine möglichst einfache Studienbarkeit der Studiengänge ET und ETd zu gewährleisten, sind die formalen Abhängigkeiten der einzelnen Module untereinander auf ein Minimum beschränkt, obwohl es inhaltlich durchaus vielfältige Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Modulen gibt. Die wichtigsten inhaltlichen Abhängigkeiten sind durch die nachstehend erläuterten formalen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Modulen und Modulgruppen abgebildet, so dass bei Berücksichtigung dieser formalen Abhängigkeiten stets ein reibungsloser Studienverlauf möglich ist. Einzige Ausnahme hiervon bildet das Grundstudium, in dem keine formalen Abhängigkeiten bestehen, das Studium aber trotzdem entsprechend dem Studienverlauf in Abbildung 1 absolviert werden sollte. Wie mit Abweichungen vom regulären Studienverlauf im Grundstudium umzugehen ist, wird im folgenden Absatz beschrieben.

Die Reduzierung der formalen Abhängigkeiten zwischen den Modulen soll insbesondere gewährleisten, dass im **Grundstudium** Module des zweitens Semesters belegt werden können und eine Anmeldung zu Studien- und Prüfungsleistungen zu Modulen des zweiten Semesters möglich ist, auch wenn noch nicht alle Prüfungsleistungen des ersten Semesters abgelegt sind. Inhaltlich sind jedoch alle Module des zweiten Semesters von den Modulen des ersten Semesters abhängig, wobei diese Abhängigkeiten unterschiedlich stark ausgeprägt sind. Für alle Studierenden, die Module des zweiten Semesters belegen und die zugehörigen Studien- und Prüfungsleistungen ablegen wollen, obwohl noch Studien- oder Prüfungsleistungen aus dem ersten Semester offen sind, ist daher eine Beratung durch die Studiendekanin oder den Studiendekan dringend anzuraten. Im Rahmen der Beratung kann auch den bisweilen äußert unterschiedlichen Gründen für das Nichtbestehen von Studien- und Prüfungsleistungen Rechnung getragen werden und die Möglichkeiten der individuellen Stundenplangestaltung frühzeitig mit einbezogen werden.

Die Module des **Hauptstudiums** bauen grundsätzlich auf den Modulen des Grundstudiums auf. Daher ist es entsprechend §21 (1) der Studien- und Prüfungsordnung für den Studiengang ET bzw. §24 (1) der Studien- und Prüfungsordnung für den Studiengang ETd nur dann möglich, Studien- und Prüfungsleistungen des Hauptstudiums abzulegen, wenn das Grundstudium mit der Bachelor-Vorprüfung abgeschlossen ist. In den genannten Paragraphen ist ebenfalls geregelt, dass mit Genehmigung des Prüfungsausschusses Module des Hauptstudiums vorgezogen werden dürfen, wenn höchstens zwei Prüfungsleistungen zum Abschluss der Bachelor-Vorprüfung fehlen. In den Studiengängen ET und ETd ist die Anzahl an Prüfungsleistungen, die vorgezogen werden dürfen, auf maximal drei beschränkt. Da die Abhängigkeiten der einzelnen Module des Hauptstudiums von den einzelnen Modulen des Grundstudiums unterschiedlich stark ausgeprägt sind, sollte im Falle des Vorziehens von Prüfungsleistungen aus dem Hauptstudium bei noch fehlenden Prüfungsleistungen aus dem Grundstudium grundsätzlich eine Beratung durch die Studiendekanin oder den Studiendekan in Anspruch genommen werden. Im Rahmen der Beratung können auch die weitere Planung des Studiums und die Möglichkeiten der individuellen Stundenplangestaltung frühzeitig mit einbezogen werden.

Die Module des **Basisstudiums im dritten und vierten Semester** weisen bis auf wenige Ausnahmen keine Abhängigkeiten untereinander auf und können daher in ihrer Reihenfolge vertauscht werden. Lediglich die Module **Regelungstechnik** (Control Theory) und **Signalverarbeitung** (Digital Signal Processing) bauen auf dem Modul **Systemtheorie** (Systems Theory) auf. Das Modul Systemtheorie (Systems Theory) muss daher zwingend im dritten Semester gehört werden, während die beiden Module Regelungstechnik (Control Theory) und Signalverarbeitung (Digital Signal Processing) zwingend im vierten Semester gehört werden müssen.

Die Module des **Schwerpunktstudiums im dritten und vierten Semester** sind voneinander unabhängig und können in beliebiger Reihenfolge gehört werden. Dies ist insbesondere deshalb notwendig, da die Module des Schwerpunktstudiums in der Regel nur einmal jährlich angeboten werden.



Die Module des **Praktikums** (Praktisches Studiensemester) setzen den erfolgreichen Abschluss der Module des dritten und vierten Semesters sowohl aus dem Basisstudium und als auch aus dem Schwerpunktstudium voraus.

Die Module des **Schwerpunktstudiums im sechsten und siebten Semester** setzen den erfolgreichen Abschluss der Module des dritten und vierten Semesters sowohl aus dem Basisstudium und als auch aus dem Schwerpunktstudium sowie den erfolgreichen Abschluss der Module des Praktikums (Praktisches Studiensemester) voraus.

Die Module des **Schwerpunktstudiums im sechsten und siebten Semester** sind voneinander unabhängig und können in beliebiger Reihenfolge gehört werden. Dies ist insbesondere deshalb notwendig, da die Module des Schwerpunktstudiums in der Regel nur einmal jährlich angeboten werden.

Das Modul **Projekt Elektrotechnik** setzt den erfolgreichen Abschluss der Module des dritten und vierten Semesters sowohl aus dem Basisstudium und als auch aus dem Schwerpunktstudium sowie den erfolgreichen Abschluss der Module des Praktikums (Praktisches Studiensemester) voraus.

Das **Seminar zur Bachelorarbeit** sowie das Modul der **Bachelorarbeit** selbst setzen den erfolgreichen Abschluss der Module des dritten und vierten Semesters sowohl aus dem Basisstudium und als auch aus dem Schwerpunktstudium, den erfolgreichen Abschluss der Module des Praktikums (Praktisches Studiensemester) sowie den erfolgreichen Abschluss des Moduls Projekt Elektrotechnik voraus.

Alle genannten formalen Abhängigkeiten zwischen den Modulen und Modulgruppen sind in den einzelnen Modulbeschreibungen jeweils explizit aufgeführt.

Grundsätzlich sind mit Genehmigung des Prüfungsausschusses Abweichungen von den genannten Regelungen möglich, wobei vor entsprechenden Anträgen jeweils eine Beratung durch die Studiendekanin oder den Studiendekan sehr sinnvoll ist.

#### 1.4. Verzahnung mit dem internationalen Studiengang Electrical Engineering and Information Technology

Im Hauptstudium werden einige Module gemeinsam für die Studiengänge ET, ETd sowie für den internationalen Bachelorstudiengang Electrical Engineering and Information Technology (EET) angeboten. Dadurch profitieren alle Studierenden der Studiengänge ET, ETd und EET von einer internationalen Studierendengemeinschaft. Selbstverständlich finden diese Module in englischer Sprache stattfinden. Alle Unterrichtsmaterialien werden jedoch grundsätzlich zweisprachig in englischer und in deutscher Sprache angeboten, was nach Möglichkeit auch für Videoaufzeichnungen der Vorlesungen gilt. Weiterhin werden die Prüfungsleistungen in diesen Modulen ebenfalls grundsätzlich in beiden Sprachen, d.h. in deutscher und in englischer Sprache, angeboten.

Dies hat zur Folge, dass alle Module des Hauptstudiums, die Teil des so genannten Basisstudiums (in grauer Farbe in der Studienverlaufgrafik in Abbildung 1 dargestellt) sind, jeweils einmal jährlich in deutscher und einmal jährlich in englischer Sprache angeboten werden. Die betreffenden Module werden aus diesem Grund in der Modulbeschreibung jeweils in deutscher und in englischer Sprache gelistet.

Im Einzelnen ergeben sich für das Hauptstudium daraus die folgenden Anforderungen:

a. Da die Module

- Elektronik,
- Elektrische Maschinen,
- Software Engineering,
- Mikrocomputertechnik und
- Mathematik für die Elektrotechnik 2

in ihrer Reihenfolge vertauscht werden können, haben die Studierenden für diese Module grundsätzlich die Wahl, ob sie diese Module in deutscher oder in englischer Sprache belegen wollen.

- b. Da die Module Systemtheorie und Signalverarbeitung sowie Systemtheorie und Regelungstechnik in ihrer Reihenfolge nicht vertauscht werden können, müssen
- Studierende, die im Wintersemester mit dem Hauptstudium beginnen, die Module Systems Theory (Systemtheorie), Control Theory (Regelungstechnik) und Digital Signal Processing (Signalverarbeitung) in englischer Sprache belegen,
  - während Studierende, die im Sommersemester mit dem Hauptstudium beginnen, die Module Systemtheorie (Systems Theory), Regelungstechnik (Control Theory) und Signalverarbeitung (Digital Signal Processing) in deutscher Sprache belegen müssen, was insbesondere auf die Studierenden im Dualen Studiengang nach dem Ulmer Modell zutrifft.
- c. In jedem Schwerpunkt wird ein Modul ausschließlich in englischer Sprache angeboten. Dieses Modul wird in der Liste der Schwerpunktmodule damit auch nur mit seinem englischsprachigen Titel aufgeführt. Im Einzelnen handelt es sich um die folgenden Module:
- Schwerpunkt Automatisierung: Sensors and Bus Systems
  - Schwerpunkt Fahrzeugsysteme: Autonomous Driving
  - Schwerpunkt High Speed Electronics: Electromagnetic Compatibility
  - Schwerpunkt Internet of Things und KI: Distributed Systems
  - Schwerpunkt Kommunikationssysteme: Wired Communications
  - Schwerpunkt Leistungselektronik und Energietechnik: Power Electronics
  - Schwerpunkt Wirtschaft: Englisch for Special Purposes

In Abbildung 2 sind die Abfolge der Module in den einzelnen Schwerpunkten sowie die jeweils gemeinsam mit den Studierenden des internationalen Studiengangs EET zu belegenden Module nochmals grafisch dargestellt.

	Automatisierung	Fahrzeugsysteme	High Speed Electronics	Internet of Things & KI	Kommunikationssysteme	Leistungsele. & Energiet.	Wirtschaft
7/6 WiSe	Aktorsysteme	Autonomous Driving	Schaltungen der Komm.tech.	Edge Computing & KI (deutsch)	Simulation von Komm.systemen	Elektromagnetische Verträglichkeit	Europäisches Wirtschaftsrecht
6/7 SoSe	Meth. d. Reg.Tech.	Automotive Engineering (deutsch)	Electromagnetic Compatibility	Data Science & KI (deutsch)	Funk-kommunikation	Antriebe und Anlagentechnik	Unternehmensbewertung und Unternehmensanalyse
	Praxissemester						
4/3 SoSe	Sensors & Bussystems	Fahrwerktechnik	Digitale Schaltungen & Systeme	Distributed Systems	Methoden der Komm.tech.	Power Electronics	English for Special Purposes C1
3/4 WiSe	Steuerungstechnik	Sensoren & Bussysteme	Hochfrequenztechnik	Datenbanken	Wired Communications	Elektrische Energieversorgung	Betriebswirtschaftslehre

Abbildung 2: Abfolge der Schwerpunktmodule unter Angabe der jeweils gemeinsam mit den Studierenden des internationalen Studiengangs EET zu belegenden und damit in englischer Sprache abgehaltenen Module

### 1.5. Vorbereitenden Lehrveranstaltungen für das Praktikum in den Studiengängen ET und ETd

Im Studiengang ET erfolgt die Vorbereitung auf das Praxisprojekt (Praxissemester) in Form des zweiwöchigen Blockkurses **Arbeitsmethoden in technischen Projekten** am Ende des vierten Semesters, in dem neben im Rahmen von Laborarbeiten vermittelten, vertieften technischen Kompetenzen wichtige weitere Kompetenzen für das ingenieurwissenschaftliche Arbeiten in technischen Projekten vermittelt werden, die dann unmittelbar im Praxisprojekt ihre Anwendung finden. Hierbei handelt es sich insbesondere um Methoden des Projektmanagements, Vorgehensweisen für die Anforderungsanalyse, die Spezifikation und die Validierung sowie um Kompetenzen zur Ergebnissicherung (Dokumentation) und Präsentation technischer Inhalte.

Die Studierenden im Studiengang ETd absolvieren aufgrund der zeitlich über die vorlesungsfreien Zeiten mehrerer Semester verteilten Durchführung der Praxisprojekte 1 und 2 nur die Laboranteile des Moduls Arbeitsmethoden in technischen Projekten, während die übrigen Aspekte dieses Moduls in den Firmen als Teil der Praxisprojekte vermittelt werden.

Die grundlegenden Kompetenzen für das ingenieurmäßige Vorgehen im Rahmen von Laborarbeiten, insbesondere im Hinblick auf messtechnische Kompetenzen, werden dabei für alle Studierenden der Studiengänge ET und ETd bereits frühzeitig im Rahmen der **Schlüsselqualifikationen** als Bestandteil des Moduls **Elektrotechnik 1** im ersten Semester vermittelt.

## 2. Pflichtmodule

### 2.1. Grundstudium

### 2.1.1. Digitaltechnik 1

<b>Modulkürzel</b> MB2300023000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 1 (ET) 2 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Digitaltechnik 1					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Grundlegender Einstieg in die Digitaltechnik. Basis für weiter darauf aufbauende Themen wie Schaltungssynthese mit CAD und Mikroprozessoren.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffe, Schaltzeichen, Codes, Schaltalgebra und Grundfunktionen.</li> <li>• Beschreibung und Minimierung von Schaltfunktionen mittels Funktionstabelle, Funktionsgleichung, KV-Tafel.</li> <li>• Technische Realisierung: Logikpegel, CMOS, Logikfamilien.</li> <li>• Standard-Schaltnetze: Mux/Demux, Coder/Decoder, Arithmetik, ALU.</li> <li>• Realisierung allgemeiner Schaltnetze: PROM, PAL, PLD.</li> <li>• Kippschaltungen: Basis-Flip-Flop, RS-, D-, JK- und T-FF, MS-FF.</li> <li>• Standard-Schaltwerke 1: Register, Schieberegister, Anwendungen.</li> <li>• Standard-Schaltwerke 2: Asynchron-/Synchron-Zähler, FSM-Anwendungen.</li> <li>• Halbleiterspeicher: ROM, RAM, DDR.</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beschreiben und berechnen logische Schaltungen mit Hilfe von Text, Tabelle, Funktionsgleichung, KV-Tafel und Logikplan.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Realisierungstechnologien der Digitaltechnik und können sie vergleichend gegenüberstellen.</li> <li>• Die Studierenden beschreiben und unterscheiden logische Schaltnetze (z. B. Codec, Mux/Demux, ALU) und Schaltwerke (z. B. Register, Zähler).</li> <li>• Die Studierenden analysieren, entwerfen, realisieren und validieren einfache logische Schaltungen (Schaltnetze, Schaltwerke).</li> <li>• Die Studierenden kennen die Grundprinzipien und die Anwendungsgebiete von Halbleiterspeichern (z. B. ROM, RAM, DDR4).</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden wenden die Boolesche Algebra und logische Grundsaltungen zur Lösung digitaltechnischer Problemstellungen an.</li> <li>• Die Studierenden beschreiben und berechnen logische Schaltungen mit Hilfe von Text, Tabelle, Funktionsgleichung, KV-Tafel und Logikplan.</li> <li>• Die Studierenden verstehen und nutzen die Datenblätter von digitalen Bauelementen.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pross, Derr: DT1 - Eigenes Lückenskript, THU, WS22/23.</li> <li>• Reichardt: Digitaltechnik und digitale Systeme: Eine Einführung mit VHDL, De Gruyter, 2021.</li> <li>• Fricke: Digitaltechnik: Lehr- und Übungsbuch für Elektrotechniker und Informatiker, Springer-Vieweg, 2021.</li> <li>• Urbanski, Woitowitz: Digitaltechnik, Springer, 2012.</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (4 SWS), Labor (1 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>		

<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 75h	Selbststudium 75h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h
--------------------	--------------------	----------------------	------------	--------------------

### 2.1.2. Grundlagen der Elektrotechnik 1 mit Schlüsselqualifikationen

Aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit werden der Inhalt sowie die Lernergebnisse des Moduls in zwei separaten Beschreibungen dargestellt: Vorlesung mit Labor und messtechnische Schlüsselqualifikationen.

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300022000	8	Deutsch	1 (ET) 2 (ETd)	Pflichtmodul	Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> <b>Elektrotechnik 1 mit Schlüsselqualifikationen</b>					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Vorlesung mit Labor: Grundlegender Einstieg in die Elektrotechnik Messtechnische Schlüsselqualifikationen: Das Verständnis zeitabhängiger elektrischer Strom- und Spannungssignale und deren Wechselwirkung mit einfachen elektrischen Schaltungen ist die Basis für einen Elektroingenieur. Hierzu ist die Kompetenz, das jeweils richtige Messgerät für die entsprechende Analyseaufgabe auszuwählen Grundvoraussetzung.					
<b>Inhalt</b> Teil I - Vorlesung mit Labor <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung (Geschichte, Grundlagen)</li> <li>• Stromkreis aus idealen Zweipolen (Quellen, Widerstände, Diode, Transistor, Operationsverstärker)</li> <li>• Halbleiter (Diode, Transistor)</li> <li>• Operationsverstärker (Grundsaltungen)</li> <li>• Berechnung von Netzwerken</li> </ul> Teil II - Messtechnische Schlüsselqualifikationen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messtechnische Grundlagen (el. Messtechnik)</li> <li>• Messsignale und Kenngrößen kennen, berechnen und messen (analog und digital)</li> <li>• Lernen durch Laborarbeit (Dokumentation und Datenerfassung und -auswertung nach DIN 1319)</li> <li>• Messdatenauswertung mit Matlab</li> <li>• Gerätekunde (Digitales Speicheroszilloskop, Digitales Multimeter, Spannungs- und Strommessung)</li> <li>• Simulation elektrischer Schaltungen mit dem Simulationswerkzeug LT Spice (Transientenanalyse)</li> <li>• Schaltungstechnik (Operationsverstärker, Betriebseigenschaften und Verstärkergrundsaltungen)</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse – Teil I – Vorlesung mit Labor</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Anteils Vorlesung mit Labor können die Studierenden:					
<b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die physikalischen Grundlagen der Stromleitung verstehen.</li> <li>• Die Funktionsweise idealer und realer, passiver und aktiver Bauelemente beschreiben und anwenden.</li> <li>• Einfache Netzwerke analysieren und berechnen mit Ersatzwiderstandsmethode, Ersatzquellenmethode, Überlagerungssatz, Knotenpotentialverfahren und Maschenstromverfahren.</li> <li>• Die physikalischen Grundlagen einfacher Halbleiterbauelemente und das Bändermodell verstehen.</li> <li>• Arbeitspunkte in einfachen Schaltkreisen mit nichtlinearen Bauelementen und gegebenen Kennlinien bestimmen.</li> <li>• Arbeitspunkte, Kennlinien und das Übertragungsverhalten von Bipolartransistoren bestimmen und verstehen.</li> <li>• Ersatzschaltbilder einfacher Vierpole (z.B. Pi, T) erstellen und berechnen.</li> <li>• Das Kleinsignalverhalten eines Bipolartransistors mit Hilfe der Vierpoltheorie beschreiben.</li> <li>• Kettenmatrizen in Zusammenhang mit Operationsverstärkern beschreiben.</li> <li>• Einfache Operationsverstärker-Schaltungen berechnen.</li> </ul>					
<b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennlinien aufnehmen sowie Mess- und Ergebnisprotokolle anfertigen.</li> </ul>					

- Operationsverstärker-Schaltungen berechnen, aufbauen und vermessen.
- Zielgerichtetes und effektives Lernen durch Selbststudium und Laborarbeit.

**Selbstkompetenz:**

- Einschätzen der eigenen analytischen und konzeptionellen Fähigkeiten

**Sozialkompetenz:**

- Gemeinsames Lernen und Zusammenarbeiten im Team

**Lernergebnisse – Teil II – Messtechnische Schlüsselqualifikationen**

Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen:

**Fachkompetenz**

- Operationsverstärker-Schaltungen berechnen, simulieren, aufbauen und vermessen können
- Grundlagen der Werte- und Zeitdiskretisierung erwerben
- Kenngrößen (Bandbreite und Auflösung) von digitalen Oszilloskopen erklären können
- periodische und transiente Signale mit digitalen Oszilloskopen messen, darstellen und speichern können
- DIN-gerecht Kennlinien aufnehmen können

**Lern- und Methodenkompetenz**

- Messdaten mit Matlab einlesen, auswerten und visualisieren können
- Mess- und Ergebnisprotokolle anfertigen können
- periodische und transiente Signale mit digitalen Oszilloskopen messen, darstellen und speichern können
- Einfache Schaltungen mit Hilfe der Transientenanalyse in LTSpice simulieren können

**Selbstkompetenz:**

- Förderung des Selbststudiums: Eigenständig technische Informationen erschließen und anwenden
- Entwicklung einer Labordisziplin durch angeleitete Laborarbeit und Dokumentation

**Literaturhinweise**

- Eigenes Manuskript zur Vorlesung.
- Albach: Grundlagen der Elektrotechnik 1.
- Lindner: Elektro-Aufgaben I. Leipzig: Fachbuchverlag, 2017.
- Weißgerber: Elektrotechnik für Ingenieure I. Braunschweig: Vieweg, 2015.
- Böhmer: Elemente der angewandten Elektronik. Braunschweig: Vieweg, 2018.
- Federau: Operationsverstärker. Wiesbaden: Vieweg und Teubner, 2010.
- Lindner: Taschenbuch der Elektrotechnik. Leipzig: Fachbuchverlag, 2018.
- Hering: Technische Berichte. Vieweg, 2006.
- Rechenberg: Technisches Schreiben. Hanser, 2006.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

Lehr- und Lernform	Vorlesung (5 SWS), Labor (3 SWS)			
Prüfungsform	Klausur (90 min)		Vorleistung	Laborarbeit
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
Vorlesung mit Labor	75h	75h		150h
Messtechnische Schlüsselqualifikationen	45h	45h		90h



### 2.1.3. Mathematische Grundlagen

<b>Modulkürzel</b> MB2300020000	<b>ECTS</b> 6	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 1 (ET) 2 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> <b>Mathematische Grundlagen</b>					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Vermittlung der mathematischen Grundlagen, die bei einem Studium der Elektrotechnik verwendet werden.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Algebra</li> <li>• Ein- und mehrdimensionale Differentialrechnung und ihre Anwendungen</li> <li>• Ein- und mehrdimensionale Integralrechnung und ihre Anwendungen</li> <li>• Einfache numerische Verfahren</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die unterschiedlichen Eingangsvoraussetzungen sind durch Wiederholung und Vertiefung des Schulstoffs ausgeglichen</li> <li>• Die grundlegenden Rechentechniken der ein- und mehrdimensionalen Analysis sowie der linearen Algebra sind erlernt worden.</li> <li>• Erste Einblicke in numerische Verfahren wurde gewonnen.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die mathematische Denk- und Arbeitsweise wurde durch Anwendung auf konkrete Fragestellungen erlernt und kann mindestens bei ähnlich gelagerten Problemen mit Erfolg eingesetzt werden ...</li> </ul> <b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das gemeinsame Lernen und Arbeiten in Gruppen wird erlernt</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Papula Mathematik für Ingenieure, Vieweg, 2014</li> <li>• G. Strang Lineare Algebra Springer, 2003</li> <li>• G. Gramlich, Lineare Algebra, Fachbuchverlag Leipzig, 2014</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (120 min)			<b>Vorleistung</b>	Klausur (90 min)
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 90h	Selbststudium 90h		Praxiszeit	Gesamtzeit 180h

#### 2.1.4. Physik 1

<b>Modulkürzel</b> MB2300021000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 1 (ET) 2 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Physik 1					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Die Inhalte bilden Grundlage für das Studium der Elektro- und Informationstechnik. Sie sind eng verzahnt mit den Inhalten der Vorlesungen Elektrotechnik 1 sowie Mathematik 1.					
<b>Inhalt</b> <b>Einleitung</b> (Überblick über Physik, Aufbau der Materie, Messen, Messunsicherheiten). <b>Mechanik der Massenpunkte</b> (Kinematik, Dynamik, Kräfte, Impuls, Stöße, Energie). <b>Mechanik starrer Körper</b> (Schwerpunkt, Trägheitsmoment, Satz von Steiner, Drehmoment, Drehimpuls, Kreisel). <b>Elektrostatik</b> (Ladung, elektrische Feldstärke, Felder verschiedener Ladungsanordnungen, Bewegung von Ladungen im el. Feld; el. Potential; el. Spannung, el. Dipole). <b>Magnetostatik</b> (Magnetfeldgrößen, Felder verschiedener Leiter, Lorentzkraft, Magnetische Dipole). <b>Nichtleitende Materie in elektrischen Feldern</b> (Kapazität, Dielektrika, Aufbau und Schaltung von Kondensatoren; Polarisierung; Piezoelektrischer Effekt). <b>Materie in magnetischen Feldern</b> (Polarisation, Magnetisierung, Dia-, Para-, Ferro- und Ferrimagnetismus). <b>Stromleitung in Festkörpern, Supraleitern, Flüssigkeiten</b> (Elektrolyte, galvanische Elemente), <b>Gasen. Zeitabhängige elektromagnetische Vorgänge</b> (Induktion von elektrischem Feld bzw. Spannung, Wirbelströme; Abschirmung, Skineffekt; Aufbau und Schaltung von Induktivitäten; Maxwellsche Gleichungen).					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Mechanik, Elektrik und Magnetik und wenden sie an.</li> <li>Sie beschreiben und erklären die physikalischen Phänomene und Prinzipien dieser Teilgebiete der Physik.</li> <li>Sie kennen das SI-Einheitensystem, gehen sicher physikalischen Größen und deren Einheiten um und schätzen Größenordnungen der Zahlenwerte ab.</li> <li>Sie beurteilen die Genauigkeit von Messungen und interpretieren die Ergebnisse.</li> <li>Sie nennen technische Anwendungen der physikalischen Effekte auf dem Gebiet der Elektrotechnik und Sensorik und beschreiben sie.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sie wenden mathematische Methoden zur Beschreibung, Vorhersage und Berechnung von physikalischen Fragestellungen an.</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sie strukturieren die Lerninhalte und organisieren eigenständig ihren Lernalltag.</li> </ul> <b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sie erarbeiten Lösungsstrategien im Lernteam.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Leute: Physik und ihre Anwendungen in Technik und Umwelt. München: Hanser, 2004</li> <li>Hering, Martin, Stohrer: Physik für Ingenieure. Berlin: Springer, 2016</li> <li>Kuchling: Taschenbuch der Physik. München: Hanser, 2022</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (5 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	Klausur (90 min)
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit	

	75h	75h		150h
--	-----	-----	--	------

### 2.1.5. Programmieren 1

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300024000	6	Deutsch	1 (ET) 2 (ETd)	Pflichtmodul	Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Programmieren 1					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> In diesem Fach werden Grundfertigkeiten und -fähigkeiten einer Ingenieurin/eines Ingenieurs der Elektrotechnik im Bereich der hardwareorientierten Programmierung vermittelt. Das Beherrschen grundlegender Konzepte und Denkweisen der Programmierung ist unabdingbare Voraussetzung für ihre Tätigkeiten.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen: Computer Organisation, Programmierkonzepte, Zahlensysteme</li> <li>• Sprachelemente in C</li> <li>• Ein/Ausgabe</li> <li>• Datentypen (int, double, float, char, bool, Konstanten)</li> <li>• Operatoren (unäre, arithmetische, logische, bitweise, Zuweisungen)</li> <li>• Kontrollkonstrukte (if, switch)</li> <li>• Iterative Konstrukte (while, for, do while)</li> <li>• Funktionen (mit Wert- und Referenzübergabe von Parametern, Bibliotheksfunktionen)</li> <li>• Felder / Arrays (ein- und mehrdimensional)</li> <li>• Zeiger</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwenden der Grundprinzipien der Programmierung in C</li> <li>• Nachvollziehen algorithmischer Lösungsmuster und flexibles Anwenden auf neue Problemstellungen</li> <li>• Erstellung von wartbaren und funktionalen C-Programmen unter Einsatz der korrekten Syntax</li> <li>• Einsatz von C-Compilern und dazugehöriger IDE</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysieren von einfachen Anwendungsproblemen in Hinsicht auf eine programmtechnische Lösung</li> <li>• Nutzen und Einsetzen eines Compilers</li> <li>• Entwerfen von einfachen Algorithmen und Strukturen in C zur praktischen Problemlösung, Implementieren des Entwurfs und Testen des Programms</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschätzen der eigenen analytischen und konzeptionellen Fähigkeiten</li> </ul> <b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsames Lernen und Zusammenarbeiten im Team</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenes Skript.</li> <li>• U. Kirch-Prinz, P. Prinz: C Einführung und professionelle Anwendung. mitp, 2007.</li> <li>• U. Kirch-Prinz, P. Prinz: C – kurz &amp; gut: Aktuell zu C18, 2017.</li> <li>• David Griffiths, Dawn Griffiths: C von Kopf bis Fuß. O'Reilly, 2012.</li> <li>• J. Wolf, R. Krooß: Grundkurs C: C-Programmierung verständlich erklärt. Aktuell zum Standard C18. Galileo Computing, 2020.</li> <li>• H. Herold, B. Lurz, J. Wohlrab: Grundlagen der Informatik. Pearson, 2017.</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung					

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (4 SWS), Labor (2 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 90h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 180h

### 2.1.6. Digitaltechnik 2

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300028000	4	Deutsch	2 (ET) 3 (ETd)	Pflichtmodul	Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Digitaltechnik 2					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Grundlegender Einstieg in den Entwurf und Simulation digitaler Schaltungen mittels Hardware-Beschreibungssprachen und mittels aktueller Entwicklungsumgebungen.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abstraktionsebenen</li> <li>• Hardware-Beschreibungssprache VHDL, grundlegende Elemente von VHDL-Code, Operatoren, Attribute, nebenläufige Anweisungen, sequentielle Anweisungen, Strukturbeschreibung und hierarchischer Entwurf</li> <li>• Simulation digitaler Schaltungen</li> <li>• Programmierbare Logik-Bausteine: PLD, CPLD, FPGA</li> <li>• Schnittstellen und Ansteuerung komplexer schneller Halbleiterspeicher wie LPDDR4</li> <li>• Praktikum: Entwurf, Simulation und Programmieren von FPGA mit VHDL (z.B. Ansteuerung einer 7-Segment-Anzeige)</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b>					
<b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurf und Analyse von kombinatorischen und sequentiellen Schaltungen für eine Schaltungsintegration.</li> <li>• Hardwarebeschreibung mit VHDL kennen und anwenden.</li> <li>• Programmierbare Logikbausteine (z.B. PLD, CPLD, FPGA) kennen und anwendungsspezifisch dimensionieren.</li> <li>• Synthese komplexer digitaltechnischer Schaltungen mit VHDL kennen und anwenden.</li> <li>• Verifikation komplexer digitaltechnischer Schaltungen mittels Simulation.</li> <li>• Schnittstellen und Ansteuerung komplexer schneller Halbleiterspeicher kennen und beschreiben.</li> <li>• Programmierung, Inbetriebnahme und Funktionstest von Hardwarekomponenten (z.B. in PLD, CPLD, FPGA) mit aktuellen Entwicklungsboards.</li> <li>• Vollständigen Entwurfsablauf in einer Entwicklungsumgebung beschreiben und anwenden können.</li> </ul>					
<b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erhalten eine grundlegende Einführung in die digitale integrierte Schaltungstechnik. Sie erhalten einen Einblick in die Möglichkeiten und Einschränkungen im Hinblick auf den digitalen Schaltungsentwurf für die programmierbaren Logikbausteine.</li> <li>• Die Studierenden werden mit grundlegenden VHDL-Konzepten vertraut gemacht. Sie beschreiben das Verhalten digitaler Schaltungen theoretisch unter Anwendung ihrer Kenntnisse in der Digitaltechnik und führen Simulationen durch.</li> <li>• Die Studierenden vertiefen ihr Wissen durch Entwurfseinstieg und Schaltungssimulation mit aktueller Standardsoftware und digitalen Hardwareboards.</li> <li>• Hardware-Experimente im Labor werden angeboten, um eine reale Erfahrung zu vermitteln, die mit der Theorie und den Simulationsergebnissen verglichen werden kann.</li> </ul>					
<b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschätzen der eigenen analytischen und konzeptionellen Fähigkeiten</li> </ul>					
<b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsames Lernen und Zusammenarbeiten im Team</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b>					

- Eigenes Skript.
- Reichardt, Jürgen. Digitaltechnik und digitale Systeme: Eine Einführung mit VHDL, Berlin, Boston: De Gruyter, 2021.
- Fricke, Klaus: Digitaltechnik. Forth, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014.
- Reichardt, Jürgen and Schwarz, Bernd. VHDL-Synthese: Entwurf digitaler Schaltungen und Systeme, München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2013.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 60h	Praxiszeit	Gesamtzeit 120h

### 2.1.7. Elektrotechnik 2

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300027000	5	Deutsch	2 (ET) 3 (ETd)	Pflichtmodul	Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Elektrotechnik 2					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<p><b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b></p> <p>Die Vorlesung ist Teil des Grundstudiums, baut insbesondere auf der Vorlesung Elektrotechnik 1 auf und setzt insbesondere die Kenntnis des Verhaltens von Gleichstromkreisen voraus. Ferner setzt sie die Kenntnis physikalischer und mathematischer Grundlagen, insbesondere der Elektrizitätslehre, der Theorie statischer elektrischer und magnetischer Felder und ihrer Kraftwirkung auf ruhende und bewegte Ladungen, des Magnetismus der Materie, der Infinitesimalrechnung sowie der Rechnung mit komplexen Zahlen voraus.</p> <p>Die Vorlesung befasst sich mit zeitlich veränderlichen Vorgängen in linearen Stromkreisen. Der erste Teil der Vorlesung ist den Grundlagen der Beschreibung zeitlich veränderlicher Vorgänge in linearen Stromkreisen gewidmet. Nach einer kurzen Wiederholung der Eigenschaften statischer elektrischer und magnetischer Felder und ihrer Beschreibung wird das Induktionsgesetz behandelt und die Induktivität als idealisiertes Modell eines konzentrierten, reaktiven linearen Bauelements auf Grundlage einer Beschreibung der Selbstinduktion abgeleitet. Die Beschreibung technischer Anordnungen durch lineare und nicht-lineare magnetische Kreise führt zu einfachen Berechnungsmethoden für Spulen. Aus der Beschreibung des Phänomens der Gegeninduktion zwischen Leiterstrukturen wird die Modellierung von Übertragern abgeleitet.</p> <p>Nach einer kurzen Einführung der Kapazität als idealisiertes Modell für das zweite, konzentrierte, reaktive lineare Bauelement, wird in die mathematische Modellierung und Berechnung transienter Vorgänge in linearen Stromkreisen eingeführt. Behandelt werden Lade- und Entladevorgänge von Spulen und Kondensatoren, ebenso wie Einschwingvorgänge und erzwungene Schwingungen von einfachen Schwingkreisen.</p> <p>Die mathematische Beschreibung, Kenngrößen und Messung zeitabhängiger Ströme und Spannungen leitet zur Behandlung sinusförmiger Vorgänge in linearen Stromkreisen über. An zentraler Stelle steht hier die Beschreibung und Analyse von Wechselstromkreisen mit Hilfe komplexer Größen und Funktionen im Rahmen der so genannten komplexen Wechselstromrechnung. Behandelt werden die grundlegenden Techniken der Netzwerkanalyse, Zeigerdiagramme und die Beschreibung der Leistung im Wechselstromkreis.</p> <p>Als Anwendungen zeitlich veränderlicher Vorgänge in linearen Stromkreisen werden im zweiten Teil der Vorlesung Ortskurven und Frequenzgänge von Zwei-Polen, die Modellierung realer, passiver Zwei-Pole durch geeignete Ersatzschaltbilder, das Übertragungsverhalten von linearen Zwei-Toren sowie die detaillierte Modellierung von Übertragern behandelt.</p> <p>Die Beschreibung von Verlusten in Leitern und Spulen bei höheren Frequenzen schließt den Vorlesungsinhalt ab. Neben der Vermittlung der inhaltlichen Grundlagen der Beschreibung zeitabhängiger Vorgänge in der Elektrotechnik, soll der Vorlesungsstoff auch dazu dienen, exemplarisch die Prinzipien der ingenieurwissenschaftlichen Modellbildung für verschiedene Anwendungsfälle in der Elektrotechnik zu erlernen. An zentraler Stelle stehen hierbei die komplexe Wechselstromrechnung und das Arbeiten mit Ersatzschaltbildern.</p> <p>Als Pflichtmodul des Grundstudiums vermittelt das Modul die Grundlagen der Analyse des dynamischen Verhaltens linearer Schaltungen der Elektrotechnik. Das Modul baut auf den Modulen Elektrotechnik 1, Mathematische Grundlagen und Physik 1 auf und ist durch die Nutzung der dort vermittelten mathematischen Methoden eng verzahnt mit dem Modul Mathematik für die Elektrotechnik 1.</p>					



## Inhalt

- Zeitlich veränderliche Felder, Selbstinduktion, Induktivität
- Der magnetische Kreis und die Berechnung von Spulen
- Gegeninduktion und die Modellierung von Übertragern
- Auf- und Entladevorgänge an Kapazitäten und Induktivitäten, Simulation von linearen Netzwerken mit SPICE (Transienten-Analyse)
- Kenngrößen und Messung zeitabhängiger Vorgänge in linearen Stromkreisen
- Vorgänge mit sinusförmigem Verlauf in linearen, elektrischen Stromkreisen
- Komplexe Rechnung zur Analyse von Wechselstromkreisen, Simulation von linearen Netzwerken mit SPICE (AC-Analyse)
- Leistung im Wechselstromkreis
- Methoden der Analyse von linearen Netzwerken
- Ortskurven und Frequenzgänge von Zwei-Polen
- Modellierung realer, passiver Zwei-Pole
- Übertragungsverhalten von linearen Zwei-Toren
- Modellierung von Übertragern
- Verlustmechanismen in Leitungen und Kernen bei hohen Frequenzen

Laborübungen zu den Themenbereichen Dimensionierung und Vermessung von Spulen, Kenngrößen periodischer Strom- und Spannungsverläufe, Modellierung realer Zwei-Pole und Übertragungsverhalten von Zwei-Toren.

## Lernergebnisse

Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen:

### Fachkompetenz

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- Spulen und Übertrager mittels magnetischer Kreise beschreiben und deren Induktivitäten für idealisierte Fälle berechnen,
- die Zeitkonstanten von Lade- und Entladevorgängen an Induktivitäten und Kapazitäten bestimmen und deren Zeitverläufe ermitteln,
- die Kenngrößen von periodischen Signalen definieren und messtechnisch bestimmen,
- lineare Wechselstromkreise mit komplexer Rechnung analysieren,
- Schein-, Blind- und Wirkleistung definieren und berechnen,
- einfache Ersatzschaltbilder realer, linearer Bauelemente beschreiben,
- Frequenzgänge einfacher, linearer Ein-Tore und Zwei-Tore anhand von Ortskurven und Bode-Diagrammen analysieren sowie
- das Verhalten einfacher, linearer Netzwerke mittels AC-Analyse und Transienten-Analyse in SPICE untersuchen.

### Lern- und Methodenkompetenz

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- einfache Herleitungen von Gesetzen der Elektrotechnik nachvollziehen und erklären,
- die Modellierung technischer Systeme auf einfache, passive Schaltungen mit linearen Bauelementen anwenden, insbesondere unter Verwendung geeigneter Ersatzschaltbilder sowie unter Verwendung abstrakter Darstellungen von Frequenzgängen,
- die Grundprinzipien der Modellierung technischer Systeme auf die Simulation von Schaltungen aus passiven, linearen Bauelementen mittels SPICE Simulationen für den Zeit- und den Frequenzbereich anwenden sowie
- die wesentlichen Grundsätze für die Realisierung von Messaufbauten zur Charakterisierung von Schaltungen im Frequenzbereich und durch ihre zeitlichen Mittelwerte auf konkrete Schaltungen anwenden.

## Literaturhinweise

- Manuskripte der Lehrenden zur Vorlesung. THU, 2025
- A. Führer, K. Heidemann, W. Nerreter: Grundgebiete der Elektrotechnik 1. Hanser, 2019.
- A. Führer, K. Heidemann, W. Nerreter: Grundgebiete der Elektrotechnik 2. Hanser, 2006.

- R. Kories, H. Schmidt-Walter: Taschenbuch der Elektrotechnik - Grundlagen und Elektronik. Verlag Harri Deutsch, 2006.
- R. Pregla: Grundlagen der Elektrotechnik. VDE Verlag, 2016.
- M. Albach: Elektrotechnik 1. Pearson Studium, 2020.
- M. Albach: Elektrotechnik 2. Pearson Studium, 2020.
- L-P. Schmidt, G.Schaller, S. Martius: Grundlagen Elektrotechnik - Netzwerke. Pearson Studium, 2014.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (4 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 75h	Selbststudium 75h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

## 2.1.8. Grundlagen der Kommunikationstechnik

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300030000	4	Deutsch	2 (ET) 3 (ETd)	Pflichtmodul	Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Grundlagen der Kommunikationstechnik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Übersicht und grundlegendes Verständnis für die Verfahren, Methoden und Protokolle in Kommunikationsnetzen, insbesondere LAN, Internet und CAN. Basis für Vertiefungen in den Themenbereichen Internet, Netzwerke, Bussysteme und Übertragungsverfahren.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet und Web - kurz und bündig: Was ist das Internet? Netze und Dienste. Client-Server-Prinzip. Internet und WWW.</li> <li>• Schichtenmodell und Protokolle: Was ist ein Protokoll? OSI-Schichtenmodell. Grundstruktur eines Kommunikationsnetzes.</li> <li>• Vermittlungsschicht im Internet: IPv4 Paketstruktur, Adressierung. IP und Ethernet. Routing. ICMP. MPLS. IPv6 Übersicht.</li> <li>• Transportschicht im Internet: UDP und TCP. Retransmission, flow und congestion control. Socket-API und Implementierung.</li> <li>• Übertragungstechnik: Netzstrukturen. Informationstheorie. Quellencodierung/Kompression. Kryptographie.</li> <li>• Sicherungsschicht: Fehlererkennung (Parität, IP checksum, CRC). Fehlerkorrektur. Folgesteuerung.</li> <li>• Übertragungsschicht: Basisbandübertragung mit Leitungscodierung. Bandpassübertragung mit Modulation. Pegelrechnung. Zugriffsverfahren.</li> <li>• CAN Controller Area Network: Überblick. Nachrichtenformat und MAC layer. Physical layer (Differenzielle Übertragung, Arbitrierung).</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und erklären die Module einer digitalen Übertragungsstrecke.</li> <li>• Die Studierenden beurteilen einfache digitale Übertragungssysteme und berechnen charakteristische Kennwerte.</li> <li>• Die Studierenden kennen wichtige Netzwerkprotokolle und benennen ihre Unterschiede.</li> <li>• Die Studierenden erläutern das Zusammenspiel aller Komponenten einer Netzwerkanwendung.</li> <li>• Die Studierenden kennen Signale, Nachrichtenformate und Methoden eines CAN-Bussystems.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden analysieren gegebene Kommunikationsnetze anhand des OSI-Schichtenmodells.</li> <li>• Die Studierenden diskutieren die Vor- und Nachteile digitaler Übertragungssignale und -verfahren.</li> <li>• Die Studierenden analysieren Anwendungsprotokolle auf der Basis TCP/IP/Ethernet mittels Wireshark.</li> <li>• Die Studierenden untersuchen CAN-Signale mittels Oszilloskop und leiten die Nachrichten ab.</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden recherchieren eigenständig Fragestellungen, die sich bei der Analyse von Netzwerken ergeben.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derr, F. / Pross, D.: <i>Skriptum und ausführliche Laborunterlagen</i>, THU, Stand WS22/23.</li> <li>• Roppel, C.: <i>Grundlagen der Nachrichtentechnik: Übertragungstechnik und Signalverarbeitung</i>, Hanser, 2018.</li> <li>• Zisler, H.: <i>Computer-Netzwerke - Grundlagen, Funktionsweisen, Anwendung</i>, Rheinwerk, 2020.</li> <li>• Badach, A.; Hoffmann, E.: <i>Technik der IP-Netze - Internet-Kommunikation in Theorie und Einsatz</i>, Hanser, 2022.</li> <li>• Tanenbaum; Feamster; Wetherall: <i>Computer Networks</i>, Springer Vieweg, 2021.</li> <li>• Obermann, K.; Horneffer, M.: <i>Datennetztechnologien für Next Generation Networks</i>, Springer Vieweg, 2013.</li> </ul>					

- Schnell, G.; Wiedemann, B.: *Bussysteme in der Automatisierungs- und Prozesstechnik*, Springer Vieweg, 2019.
- Zimmermann, W.; Schmidgall, R.: *Bussysteme in der Fahrzeugtechnik*, Springer Vieweg, 2014.
- Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 60h	Praxiszeit	Gesamtzeit 120h

## 2.1.9. Mathematik für die Elektrotechnik 1

<b>Modulkürzel</b> MB2300025000	<b>ECTS</b> 6	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 2 (ET) 3 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Mathematik für die Elektrotechnik 1					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Differentialgleichungen und Differentialgleichungssysteme</li> <li>• Komplexe Analysis</li> <li>• Beschreibung von Signalen und Prozessen in Zeit- und Frequenzbereich</li> <li>• Splines und andere numerische Verfahren</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexe Größen werden richtig eingesetzt und damit wird sicher gerechnet.</li> <li>• Das Arbeiten mit diskreten und stetigen Funktionen in Zeit- und Frequenzbereich wird beherrscht.</li> <li>• Die wichtigsten Transformationen sind vertraut und werden beherrscht</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung von physikalischen und technischen Problemen durch Differential- und Differenzengleichungen und anschließendes numerisches und analytisches Lösen</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Papula, Mathematik für Ingenieure, Vieweg, 2014</li> <li>• T. Frey, M. Bossert, Signal- und Systemtheorie, Vieweg 2009</li> <li>• H. Heuser, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Vieweg, 2009</li> <li>• J.-R. Ohm, H. Lüke, Signalverarbeitung, Springer, 2015</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (6 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (120 min)			<b>Vorleistung</b>	
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 90h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 180h	

## 2.1.10. Physik 2

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300026000	5	Deutsch	2 (ET) 3 (ETd)	Pflichtmodul	Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Physik 2					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Die Inhalte bilden Grundlage für das Studium der Elektro- und Informationstechnik. Sie sind eng verzahnt mit den Inhalten der Vorlesungen Elektrotechnik 2 sowie Mathematik 2.					
<b>Inhalt</b> <b>Schwingungen</b> (frei, gedämpft, erzwungen, Resonanz; harmonisch, nicht harmonisch, chaotisch; Überlagerung, Fourierspektren; gekoppelte Schwingungen; mechanisch zur Einführung, dann elektromagnetisch); <b>Wellen</b> (Ausbreitung, Wellengleichung, Lösungen; Dispersion, Gruppengeschwindigkeit; Interferenz, stehende Wellen; mechanisch zur Einführung, dann elektromagnetisch); <b>Statistik</b> (Boltzmann, Aktivierungsenergie; Glühemission, Thermoelement); <b>Quantenphysik</b> (Wellenfunktion, Eigenwerte, Tunneleffekt; Atombau und Spektrallinien, Laser); <b>Halbleiterphysik</b> (Festkörperaufbau, Bändermodell, Fermistatistik; Eigenleitung, Fremdleitung, pn-Übergang; Dioden (Erklärung von Kennlinie und Einfluss von Temperatur und Dotierung; Gleichrichter, Tunnelstrom, Licht aussendende und Licht aufnehmende Dioden, Solarzellen); evtl noch Transistoren, Speicher etc.					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und beschreiben die grundlegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten bei Schwingungen und Wellen und deren Relevanz in der Elektro- und Informationstechnik.</li> <li>• Sie erklären die Funktion von einfachen elektronischen Halbleiterbauelementen und nennen Anwendungen.</li> <li>• Sie verstehen einfache quantenphysikalische Beschreibungen und kennen deren Anwendung bei modernen Quantenbauelementen.</li> <li>• Sie kennen technische Anwendungen der behandelten physikalischen Effekte und deren Relevanz auf dem Gebiet der Elektrotechnik und Sensorik.</li> <li>• Sie verstehen die Funktion dieser Anwendungen und können Vor- und Nachteile beurteilen verschiedener Verfahren vergleichen und beurteilen.</li> <li>• Sie wenden erlernte Messverfahren bei ausgewählten Experimenten im Labor an, dokumentieren Messergebnisse, werten diese aus und diskutieren die Resultate.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen für die Teilbereiche Schwingungen und Wellen, Atom- und Halbleiterphysik die naturwissenschaftlich-technischen Problemlösungsmethoden und haben eine gewisse Fertigkeit in ihrer Anwendung.</li> <li>• Die Studierenden wenden mathematische Methoden zur Beschreibung, Vorhersage und Berechnung der physikalischen Fragestellungen an.</li> <li>• Sie beurteilen, wo ingenieurtechnisch-phänomenologische Methoden und wo physikalisch-grundsätzliche Methoden anzuwenden sind.</li> <li>• Sie können bei den behandelten Teilgebieten Analogieschlüsse ziehen.</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden arbeiten eigenverantwortlich, strukturiert und zielorientiert.</li> <li>• Sie organisieren eigenständig ihren Lernalltag.</li> <li>• Sie dokumentieren ihre Arbeitsergebnisse.</li> </ul> <b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden organisieren sich in Lerngruppen.</li> </ul>					

- Sie kommunizieren und diskutieren Stoffinhalte im Team, um gemeinsam Lösungen zu Aufgabenstellungen finden.

#### Literaturhinweise

- Leute: Physik und ihre Anwendungen in Technik und Umwelt. München: Hanser, 2004
- Hering, Martin, Stohrer: Physik für Ingenieure. Berlin: Springer, 2016
- Kuchling: Taschenbuch der Physik. München: Hanser, 2022

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (4 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 75h	Selbststudium 75h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 2.1.11. Programmieren 2 mit Projekt

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300029000	6	Deutsch	2 (ET) 3 (ETd)	Pflichtmodul	Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Programmieren 2 mit Projekt					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> In diesem Fach werden Grundfertigkeiten und -fähigkeiten einer Ingenieurin/eines Ingenieurs der Elektrotechnik im Bereich der Programmierung vermittelt. Das Beherrschen grundlegender Konzepte und Denkweisen der Programmierung ist unabdingbare Voraussetzung für ihre Tätigkeiten.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Objektorientierung</li> <li>• Konzepte in C++: Klassen, Konstruktoren und Destruktoren</li> <li>• Trennen von Interface und Implementierung</li> <li>• Überladen von Operatoren</li> <li>• Komposition und Vererbung</li> <li>• Friend-Konzept</li> <li>• Statische und dynamische Polymorphie</li> <li>• C++ Strings und Container</li> <li>• Stromkonzept</li> <li>• Dateibearbeitung</li> <li>• Programmierstandards</li> <li>• Programmierprojekt</li> <li>• Anwenden einer Versionsverwaltung</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Syntax und Semantik von Sprachkonstrukten in C++ mit Laufzeitumgebung erläutern</li> <li>• Grundkonzepte der prozeduralen und objektorientierten Programmierung erläutern</li> <li>• Nachvollziehen algorithmischer Lösungsmuster und flexibles Anwenden auf neue Problemstellungen</li> <li>• Algorithmen und Objektstrukturen im Rahmen eines Projekts entwerfen, implementieren und testen</li> <li>• Programmierrichtlinien für verständliche und wartbare Programme umsetzen</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objektstrukturen entwerfen</li> <li>• Praktische Problemstellungen softwaretechnisch modellieren und programmieren</li> <li>• Kleine Programmierprojekte im Team organisieren und umsetzen</li> <li>• Versiertes umgehen mit einem gängigen Compiler</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigene analytische und konzeptionelle Fähigkeiten einschätzen</li> </ul> <b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsames Erarbeiten von Problemlösungen im Team</li> <li>• Kommunikation und Zusammenarbeit in verschiedenen Rollen im Projekt</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenes Skript.</li> <li>• U. Kirch-Prinz, P. Prinz: C++ Lernen und professionell anwenden. mitp, 2018.</li> <li>• B. Stroustrup, F. Langenau: Eine Tour durch C++: Die kurze Einführung in den neuen Standard C++11. Hanser, 2015.</li> </ul>					



- Bjarne Stroustrup, Petra Alm und Dirk Louis: Einführung in die Programmierung mit C++. Pearson, 2010.
- H.Herold, B.Lurz, J.Wohlrab: Grundlagen der Informatik. Pearson, 2017.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (4 SWS), Labor (2 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min, Gewichtung 70%), Projektarbeit mit Präsentation (Gewichtung 30%)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 90h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 180h

## 2.2. Hauptstudium

### 2.2.1. Elektrische Maschinen, Electrical Machines and Drives

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300037000	5	Deutsch	3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	Pflichtmodul	Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Elektrische Maschinen					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> In hoch industrialisierten Ländern werden ca. 60-70% des elektrischen Energieverbrauchs in elektrischen Maschinen umgesetzt. Industrieautomation und Elektrotraktion sind ohne elektrische Maschinen nicht denkbar und selbst in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor ist eine zweistellige Anzahl von Elektromotoren verbaut. Ein Basiswissen ist für Elektrotechnik-Studierende unerlässlich. Die Grundlagenvorlesung vermittelt einen Überblick über die wichtigsten Zusammenhänge und Begriffe dieses Fachgebiets sowie über die wichtigsten Maschinentypen und ihre Einsatzgebiete.					
<b>Inhalt</b> Allgemeine Grundlagen elektrischer Maschinen, u.a.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entstehung elektromagnetischer Kräfte</li> <li>• Wichtige Begriffe des Elektromaschinenbaus</li> <li>• natürliche Drehmoment-Drehzahlkennlinien und deren Klassifikation,</li> <li>• typische Lastcharakteristika, stationärer Arbeitspunkt, statische Stabilität</li> <li>• Spezifikationen elektrischer Maschinen</li> </ul> Gleichstrommaschinen, u.a.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Wirkungsweise</li> <li>• Elektrisches Ersatzschaltbild</li> <li>• Stationäres Betriebsverhalten</li> <li>• Mathematische Modellierung und Simulation</li> <li>• Eigenschaften von Fremd-, Neben-, Reihen- und Doppelschlussmaschinen.</li> <li>• Drehzahlstellverfahren</li> <li>• erforderliche leistungselektronische Stellglieder</li> <li>• typische Sensorik für geregelte Antriebe und Regelstrategien</li> </ul> Wechsel- und Drehstromantriebe sowie weitere Varianten und Spezialantriebe, u.a. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Universalmaschine</li> <li>• Asynchronmaschine: Aufbau und Wirkungsweise, Ersatzschaltbild, Stromortskurve, Drehmoment-Drehzahlverhalten, Klossche Formel</li> <li>• Synchronmaschine (Drehstrom und Varianten: u.a. BLDC, Schrittmotoren, Reluktanzmotoren)</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> Die Studierenden... <ul style="list-style-type: none"> <li>• ...kennen und benennen die wichtigsten Begriffe und Konzepte der elektrischen Maschinen und erläutern diese</li> <li>• ...können die häufigsten (Standard-)Maschinen und Betriebsarten benennen</li> <li>• ...verstehen das Prinzip der elektromagnetischen Energiewandlung in E-Maschinen und können es erläutern</li> <li>• ...kennen die unterschiedlichen Maschinentypen, können diese benennen und Ihre Vor- und Nachteile erläutern und abwägen</li> <li>• ...kennen die wichtigsten Stellverfahren für elektrische Maschinen</li> <li>• ...kennen die wichtigsten Sensoren &amp; leistungselektronischen Steller für elektrische Maschinen und können ihre Wirkweise beschreiben</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können Komponenten einer elektrischen Maschine u.a. in Matlab/Simulink modellieren und simulieren</li> </ul>					

- Studierende verstehen Kenngrößen in Datenblättern verstehen und können typische Diagramme interpretieren
- Studierende verstehen Anforderungen und können danach Motoren auswählen und dimensionieren

**Sozial- und Selbstkompetenz:**

- Studierende beschaffen und bewerten eigenständig technische Informationen.
- Studierende üben und arbeiten in wechselnden Teamkonstellationen

**Literaturhinweise**

- Lux, M.: *Elektrische Maschinen* – Eigenes Lückenskript, THU WS23/24
- Kröger, C.: *Elektrische Maschinen*, Vorlesungsskript, THU
- Hagl, R.: *Elektrische Antriebstechnik*, 3. Auflage, Springer Vieweg, 2021
- R. Fischer. *Elektrische Maschinen*. Hanser, 2004
- A. Kremser. *Elektrische Maschinen und Antriebe*. Teubner, 2004.
- G. Müller, B. Ponick. *Grundlagen elektrischer Maschinen*. Wiley- VCH
- Schröder, D. und Kennel, R.: *Elektrische Antriebe - Grundlagen*, 7. Auflage. Springer Vieweg, 2021

Weitere Literaturangaben erfolgen ggf. im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit
<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

<b>Modulkürzel</b> MB2300086000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Englisch	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Electrical Machines and Drives					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> <p>In highly industrialized countries, roughly 60-70% of electric energy consumption is attributed to electrical machines. Factory automation and elektric traction would be inconceivable without electrical drives and even modern vehicles with combustion engines feature double-digit numbers of (smaller) electrical motors.</p> <p>For the electrical engineer, a fundamental knowledge of the basics of electric motors is indispensable. The introductory course provides an overview of the most important technologies and technical terms of the subject as well as an overview of the most common and most important types of electrical machines and their respective fields.</p>					
<b>Inhalt</b> <p>Fundamentals of electrical machines, inter alia.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• generation and types of electromagnetic forces</li> <li>• important technical terms of the electrical machinery industry</li> <li>• „natural“ torque-speed characteristics and their classifications</li> <li>• typical load characteristics, stationary operating point and static stability</li> <li>• specifications and characteristics of electrical machines</li> </ul> <p>DC machines, inter alia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• composition and operating principle</li> <li>• equivalent (electrical) circuit</li> <li>• stationary operating behavior</li> <li>• mathematical model and simulation</li> <li>• characteristics of externally excited, shunt wound, series wound and compound DC machines</li> <li>• (speed) control methods</li> <li>• fundamental overview of power electronics components for electric machines</li> <li>• typical sensors for controlled drives and control strategies</li> </ul> <p>Single- and three-phase AC-Machines including further variants and special drives, inter alia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• universal (tool) machine</li> <li>• Induction machine: Composition and operating principle, equivalent (electrical) circuit, current locus curve, torque-speed characteristic, Kloss Formula</li> <li>• synchronous machine (sinusoidal three-phase and variant: inter alia BLDC, Stepper motors, Reluktance motors)</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> <p>The students...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ...know and reproduce the most important technical terms and concepts of electrical machines and can explain them</li> <li>• ...can name the most common (standard) machine types and operation modes</li> <li>• ...understand the principle of electromagnetic energy conversion in electrical machines and can explain it</li> <li>• ...know the different types of electrical machines and their characteristics, can name these and explain the advantages and disadvantages of a certain machine type for certain applications</li> <li>• ...know the most important setting procedures and adjustments for the characteristics of individual electrical machines</li> <li>• ...know the most important sensors and power electronic components for electric machines and can explain their basic working principle or mode of operation</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b>					

- Students can model and simulate individual components of electric machines or an entire drive system with appropriate software tools, e.g. in Matlab/Simulink
- Students understand technical terms, specifications and characteristics of electrical machines in data sheets and can read and interpret typical diagrams
- Students understand typical requirements for electrical machines and can select and calculate the correct dimensions of a motor

**Sozial- und Selbstkompetenz:**

- Students obtain and assess technical information
- Students practice and exercise in smaller groups

**Literaturhinweise**

- Lux, M.: *Elektrische Maschinen* – Eigenes Lückenskript, THU WS23/24
- Kröger, C.: *Elektrische Maschinen*, Vorlesungsskript, THU
- Hagl, R.: *Elektrische Antriebstechnik*, 3. Auflage, Springer Vieweg, 2021
- R. Fischer. *Elektrische Maschinen*. Hanser, 2004
- A. Kremser. *Elektrische Maschinen und Antriebe*. Teubner, 2004.
- G. Müller, B. Ponick. *Grundlagen elektrischer Maschinen*. Wiley- VCH
- Schröder, D. und Kennel, R.: *Elektrische Antriebe - Grundlagen*, 7. Auflage. Springer Vieweg, 2021

Weitere Literaturangaben erfolgen ggf. im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit
<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 2.2.2. Elektronik, Electronics

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300033000	5	Deutsch	3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	Pflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Elektronik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Die Vorlesung vermittelt die grundlegenden Kompetenzen für den Entwurf, die Analyse und die Inbetriebnahme von Halbleiterschaltungen, einschließlich einem zielgerichteten Umgang mit Datenblättern, der Modellierung von Halbleiterbauelementen und der Simulation von Halbleiterschaltungen. Die CMOS-Technik ist heute die bei weitem dominierende Halbleitertechnologie. Im Rahmen der Vorlesung werden die notwendigen Grundlagen der Schaltungstechnik analoger und getakteter Schaltungen daher im Wesentlichen anhand von Beispielen auf Basis von MOS Feldeffekttransistoren vermittelt.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Halbleiterbauelemente und ihre Modellierung in SPICE</li> <li>• Gleichstrom-, Großsignal und Kleinsignalmodelle für Dioden, Bipolar- und Feldeffekttransistoren</li> <li>• Arbeitspunkteinstellung und Arbeitspunktstabilisierung für Transistorschaltungen</li> <li>• Verstärkergrundsaltungen mit Feldeffekttransistoren</li> <li>• Grundlagen der Rückkopplung von Verstärkerschaltungen</li> <li>• Einfache Verstärkerschaltungen mit zwei Transistoren (Kaskode, Darlington)</li> <li>• Stromspiegel</li> <li>• Differenzverstärker mit aktiver Last</li> <li>• Grundsätzlicher Aufbau von Operationsverstärkern</li> <li>• Transistor als Schalter (NMOS, PMOS, CMOS [Transmission Gate])</li> <li>• Switched-Capacitor Technologie</li> <li>• I/O-Schaltungen von ICs und ihr Zusammenwirken mit Schutzschaltungen</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> Die Studentinnen und Studenten ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen, analysieren und dimensionieren elektronische Grundsaltungen, insbesondere analoge Grundsaltungen auf Basis von mehreren MOS Feldeffekttransistoren sowie digitale Grundsaltungen.</li> <li>• kennen I/O-Schaltungen von ICs, verstehen das Zusammenwirken mit Schutzschaltungen und können daraus resultierende Risiken beurteilen und einschätzen.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse und Dimensionierung analoger Schaltungen durch Anwendung mathematischer Methoden.</li> <li>• Rechnerunterstützte Analyse und Entwicklung von analogen und getakteten elektronischen Schaltungen.</li> <li>• Verstehen und nutzen von Datenblättern für Halbleiterbauelemente und integrierte, analoge und digitale Schaltungen.</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigene analytische und konzeptionelle Fähigkeiten einschätzen und auf benachbarte Bereiche übertragen.</li> </ul> <b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsames Erarbeiten von Problemlösungen im Team.</li> <li>• Übernahme und umsetzen einer funktionalen Rolle in einem Entwicklungsteam.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenes Skript sowie Übungsaufgaben und Musterlösungen.</li> </ul>					

- Paul R. Gray, Paul J. Hurst, Stephen H. Lewis und Robert G. Meyer. *Analysis and Design of Analog Integrated Circuits*. Wiley, 2009. ISBN: 978-0470245996.
- Rudy J. van de Plassche, *CMOS Integrated Analog-to-Digital and Digital-to-Analog Converters*. Springer US: Springer US, 2003. ISBN: 978-1-4757-3768-4.
- A. S. Sedra, K. C. Smith, *Microelectronic Circuits*, Oxford University Press, Oxford, 2019. ISBN: 978-0190853464.
- Johann Siegl und Edgar Zocher. *Schaltungstechnik - Analog und gemischt analog / digital*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2014. ISBN: 978-3-642-29560-7.
- Ulrich Tietze, Christoph Schenk und Eberhard Gamm. *Halbleiter-Schaltungstechnik*. Springer Vieweg, 2004. ISBN: 978-3662485538.
- Wolfgang Reinhold, *Elektronische Schaltungstechnik – Grundlagen der Analogelektronik mit Aufgaben und Lösungen*, 4. aktualisierte Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2023. ISBN: 978-3-446-47782-7.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit
<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h



<b>Modulkürzel</b> MB2300080000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Englisch	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Electronics					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> The lecture teaches the basic skills for the design, analysis and commissioning of semiconductor circuits, including the targeted use of data sheets, the modeling of semiconductor components and the simulation of semiconductor circuits. CMOS technology is by far the dominant semiconductor technology today. The lecture therefore teaches the necessary fundamentals of circuit technology for analog and clocked circuits using examples based on MOS field-effect transistors.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of semiconductor devices and their modeling in SPICE</li> <li>• DC, large-signal and small-signal models for diodes, bipolar and field-effect transistors</li> <li>• Operating point setting and operating point stabilization for transistor circuits</li> <li>• Basic amplifier circuits with field-effect transistors</li> <li>• Basics of feedback in amplifier circuits</li> <li>• Simple amplifier circuits with two transistors (cascode, Darlington)</li> <li>• Current mirror</li> <li>• Differential amplifier with active load</li> <li>• Basic structure of operational amplifiers</li> <li>• Transistor as a switch (NMOS, PMOS, CMOS [transmission gate])</li> <li>• Switched-capacitor technology</li> <li>• I/O circuits of ICs and their interaction with on-chip protection circuits</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> The students ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand, analyze and dimension basic electronic circuits, in particular basic analog circuits based on MOS field effect transistors as well as basic digital circuits.</li> <li>• are familiar with I/O-stages of ICs and understand their interaction with on-chip protection devices as well as the related operational risks.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis and dimensioning of analog circuits using mathematical methods.</li> <li>• Computer-aided analysis and development of analogue and switched-mode electronic circuits.</li> <li>• Understanding and using data sheets for semiconductor components and integrated, analog and digital circuits</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> The students ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• assess own analytical and conceptual skills and transfer them to related areas.</li> </ul> <b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joint development of problem solutions in the team.</li> <li>• Accepting and fulfilling a functional role in a development team.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Own script as well as exercises and sample solutions.</li> <li>• Paul R. Gray, Paul J. Hurst, Stephen H. Lewis und Robert G. Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits. Wiley, 2009. ISBN: 978-0470245996.</li> <li>• Rudy J. van de Plassche, CMOS Integrated Analog-to-Digital and Digital-to-Analog Converters. Springer US: Springer US, 2003. ISBN: 978-1-4757-3768-4</li> </ul>					

- A. S. Sedra, K. C. Smith, Microelectronic Circuits, Oxford University Press, Oxford, 2019. ISBN: 978-0190853464.
- Ulrich Tietze, Christoph Schenk und Eberhard Gamm. Electronic Circuits: Handbook for Design and Application. Springer, 2008. ISBN: 978-3540004295.

Further bibliographical references are given within the lecture.

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit
<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 2.2.3. Mathematik für die Elektrotechnik 2, Mathematics for Electrical Engineering 2

<b>Modulkürzel</b> MB2300031000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Mathematik für die Elektrotechnik 2					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Weitere Anwendung der Mathematik in der Elektrotechnik werden kennengelernt					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung und die Statistik</li> <li>• Mathematische und statistische Anwendungen in der Elektrotechnik</li> <li>• Diskrete Verfahren</li> <li>• Optimierungsverfahren</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das numerische Wissen wird vertieft.</li> <li>• Wichtige Algorithmen der Optimierung werden beherrscht.</li> <li>• Stärkere Befähigung zur Modellbildung</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragestellungen aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der Statistik können selbständig und kritisch bearbeitet werden.</li> <li>• Statistische Aussagen werden sachgerecht interpretiert.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Bossert, S.Bossert, Mathematik der digitalen Medien, VDE-Verlag, 1017</li> <li>• F.Hiller, G.Liebermann, Operations Research, McGraw-Hill 2014</li> <li>• M.Spiegel, L.Stephens, Statistik, Mitp-Verlag, 2014</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (4 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	
<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium				
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h	

<b>Modulkürzel</b> MB2300078000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Englisch	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Mathematics for Electrical Engineering 2					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Further applications of mathematics in electrical engineering are presented					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to probability and statistics</li> <li>• Mathematical and statistical applications in electrical engineering</li> <li>• Discrete algorithms</li> <li>• Optimization techniques</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerical knowledge is deepened.</li> <li>• Important optimization algorithms are mastered.</li> <li>• Greater ability to modeling</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problems from probability calculation and statistics can be worked on independently and critically.</li> <li>• Statistical statements are interpreted appropriate</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Bossert, S.Bossert, mathematik der digitalen Medien, VDE-Verlag, 1017</li> <li>• F.Hiller, G.Liebermann, Operations Research, McGraw-Hill 2014</li> <li>• M.Spiegel, L.Stephens, Statistik, Mitp-Verlag, 2014</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (4 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	
<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium				
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h	

#### 2.2.4. Mikrocomputertechnik, Microcomputer Technology

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300034000	5	Deutsch	3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	Pflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Mikrocomputertechnik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Mikrocomputer sind heute in nahezu jedem Produkt der Elektrotechnik zu finden, sie einsetzen zu können ist darum eine Grundlegende Kompetenz der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrocomputer Grundlagen</li> <li>• Arbeitsweise eines Computers, Mikrocomputerstruktur, Ein- &amp; Ausgabe, Microcontroller</li> <li>• Programmier- &amp; Testumgebung, C für Embedded Systems</li> <li>• I2C – Bus</li> <li>• Maschinenbefehle, Stacks &amp; Unterprogramme, Programmunterbrechungen</li> <li>• DMA &amp; Busmastering, Cache-Speicher, Memory Protection &amp; Segmentierung</li> <li>• Embedded Systems Basics</li> <li>• Embedded Operating Systems</li> <li>• Analyse und Entwicklung von Programmen für Embedded Systeme</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion eines Mikrocomputers und eines Mikrocontrollers verstehen,</li> <li>• Peripheriekomponenten anwenden und programmieren,</li> <li>• Programme für Embedded Systems analysieren, erstellen und testen,</li> <li>• Das Zeitverhalten eines Programmes verstehen und gezielt entwickeln.</li> </ul>					
<b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beherrschen die Werkzeuge für die Embedded Entwicklung (Integrierte Entwicklungsumgebung, Logikanalysator) und können diese zielgerichtet einsetzen.</li> </ul>					
<b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, sich in Programme für Embedded Systeme einzuarbeiten und sie zu erweitern.</li> <li>• Die Studierenden können in einem System aus Hardware und Software systematisch nach Fehlern suchen und diese beheben.</li> </ul>					
<b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können selbstständig einfache Embedded System Entwicklungsaufgaben organisieren und bewältigen.</li> </ul>					
<b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können im Team einfache Programme erstellen.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenes Folienskript.</li> <li>• Stallings, William: Computer Organization &amp; Architecture. 10, Pearson Education, 2016.</li> <li>• Wüst, Klaus: Mikroprozessortechnik. Fifth, Springer, 2017.</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung					
<b>Lehr- und Lernform</b>		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>		Klausur (90min)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit
<b>Aufbauende Module</b>		Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			

Modulumfang	Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
	60h	90h		150h

<b>Modulkürzel</b> MB2300081000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Englisch	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Microcomputer Technology					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Microcomputers can be found in almost every electrical engineering product today, so being able to use them is a fundamental skill in electrical engineering					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microcomputer basics</li> <li>• How a computer works, microcomputer structure, input and output, microcontroller</li> <li>• Programming &amp; test environment, C for embedded systems</li> <li>• I2C bus</li> <li>• Machine code, stacks &amp; subprograms, program breaks</li> <li>• DMA &amp; bus mastering, cache memory, memory protection &amp; segmentation</li> <li>• Embedded Systems Basics</li> <li>• Embedded Operating Systems</li> <li>• Analysis and development of programs for embedded systems</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> After successfully completing the module, students can <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the structure and function of a microcomputer and a microcontroller,</li> <li>• use and program peripheral components,</li> <li>• analyze, create and test programs for embedded systems,</li> <li>• understand the time behavior of a program and implement it.</li> </ul>					
<b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students master the tools for embedded development (integrated development environment, logic analyzer) and can use them purposefully.</li> </ul>					
<b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students are able to familiarize themselves with programs for embedded systems and can expand them.</li> <li>• The students can systematically search for errors in a system made up of hardware and software and fix them.</li> </ul>					
<b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students can independently organize and manage a simple embedded system development task.</li> </ul>					
<b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students can create simple programs in a team.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slide script</li> <li>• Stallings, William: Computer Organization &amp; Architecture. 10, Pearson Education, 2016.</li> <li>• Wüst, Klaus: Mikroprozessortechnik. Fifth, Springer, 2017.</li> </ul> Further bibliographical references will given in the module					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit
<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium				
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h	

## 2.2.5. Regelungstechnik, Control Theory

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300036000	5	Deutsch	4 (ET) 7 (ETd)	Pflichtmodul	Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Regelungstechnik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> <p>Die Regelungstechnik ist ein wichtiger Bestandteil der Automatisierungstechnik und die Grundlagen gehören zu einer soliden Ingenieursausbildung dazu.</p> <p>Für besonders hohe Qualitäts- und Robustheitsansprüche von Automatisierungssystemen, insbesondere solche die in rauen Umgebungen eingesetzt werden und dem Einfluss von Störgrößen und starken Umwelteinflüssen (Modellunsicherheiten, Parameterschwankungen) unterliegen werden Regelkreise eingesetzt. Diese Regelungen nutzen Sensoren, Aktoren und mathematische Modelle des (Automatisierungs-) Prozesses um das Systemverhalten zu verbessern. Die Grundlagenvorlesung vermittelt die wichtigsten Werkzeuge und Methoden dieses Fachgebiets. Darüber hinaus schärft die Regelungstechnik das Systemverständnis und bietet das theoretische Handwerkszeug zur Analyse und Optimierung komplexer technischer Systeme.</p>					
<b>Inhalt</b> <p>Allgemeine Grundlagen der („klassischen“) Regelungstechnik, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffe und Elemente der Regelungstechnik</li> <li>• Struktur und Beschreibung einschleifiger und mehrschleifiger Regelkreise</li> <li>• (Basis-)Reglertypen und ihre Eigenschaften</li> </ul> <p>Entwurfsverfahren zur Reglerauslegung, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellfunktion / „Schablonen“ für den Reglerentwurf (in Zeit- und Frequenzbereich) und Anwendung</li> <li>• Empirische Einstellverfahren</li> <li>• Pol-/Nullstellenkompensation</li> <li>• Betragsoptimum</li> <li>• Methoden zur Umformung und Vereinfachung von Regelkreisen, u.a. Methode der Ersatzzeitkonstante</li> <li>• Symmetrisches Optimum</li> <li>• Kaskadenregelung</li> </ul> <p>Stabilitätsanalyse von Systemen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsanalyse im Frequenzbereich (allgemein)</li> <li>• Das (vereinfachte) Nyquist-Kriterium</li> <li>• Maße für Stabilität und Stabilitätsreserve(n)</li> </ul> <p>Realisierung von Reglern und dynamischen Elementen, u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operationsverstärkerschaltungen zur elektronischen Realisierung von Übertragungsfunktionen</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> <p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ...kennen die wichtigsten Begriffe und Konzepte der Regelungstechnik und sind in der Lage diese zu erläutern,</li> <li>• ... sind in der Lage die wichtigsten (Standard-)Regler anzugeben und zu erläutern,</li> <li>• ...kennen wichtige Reglerentwurfsverfahren sowie Werkzeuge zur Beschreibung, Vereinfachung und Auslegung von Regelkreisen ,</li> <li>• ...sind in der Lage wichtige Systemeigenschaften (z.B. Stabilität, Endwerte etc.) zu berechnen,</li> <li>• ...sind in der Lage für bestimmte typische Regelprobleme einen geeigneten Regler auswählen können,</li> <li>• ...sind in der Lage einschleifige und mehrschleifige Regelkreise hinsichtlich Eigendynamik, Stabilität und Stabilitätsreserve(n) zu analysieren und zu beurteilen,</li> </ul>					



- ...legen Regler für einschleifige und vermaschte Regelkreise nach den gängigsten Verfahren aus und können bei Bedarf geeignete Näherungen zur Beschreibung der Systeme sicher anwenden (und kennen Gültigkeitsbereich der Näherungen).

#### **Lern- und Methodenkompetenz**

- Studierende sind in der Lage Komponenten eines dynamischen Systems mit geeigneten mathematischen Methoden zu modellieren sowie u.a. in gängigen Simulationsprogrammen (MATLAB/Simulink) zu simulieren und zu analysieren.

#### **Sozial- und Selbstkompetenz:**

- Studierende beschaffen und bewerten eigenständig technische Informationen.
- Studierende üben und arbeiten in teils wechselnden Teamkonstellationen

#### **Literaturhinweise**

- Lux, M.: *Regelungstechnik* – Eigenes Lückenskript, THU WS23/24
- Schumacher, W.: *Grundlagen der Regelungstechnik*, Vorlesungsskript TU Braunschweig, [https://srv.ifr.ing.tu-bs.de/static/files/lehre/vorlesungen/gdr/Skript\\_GdR.pdf](https://srv.ifr.ing.tu-bs.de/static/files/lehre/vorlesungen/gdr/Skript_GdR.pdf)
- Föllinger, O.: *Regelungstechnik*, 12. Auflage, VDE Verlag, 2016
- Lunze, J.: *Regelungstechnik 1*, 6. Auflage, Springer, 2008
- Dorf, R.C. und Bishop R.H.: *Moderne Regelungssysteme*, 10. Auflage. Pearson Studium Verlag, 2006

Weitere Literaturangaben erfolgen ggf. im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung

Lehr- und Lernform	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform	Klausur (90 min)	Vorleistung		
Vorausgesetzte Module	Systemtheorie oder Systems Theory			
Aufbauende Module	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
Modulumfang	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300085000	5	Englisch	4 (ET)	Pflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Control Theory					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Control Theory is a vital component of Automation Engineering. and also a building block of a sound and comprehensive engineering training. Control technology enables higher standards with regard to precision and robustness for automation systems. This is especially true when deployed in difficult conditions, e.g. with external disturbances acting on a system or the system itself being prone to model uncertainties or parameter variations over time. Control systems use sensors, actuators and mathematical models of the automation system to improve system performance. The introductory class teaches the most common and important tools and methods of classic control engineering. Furthermore, the study of control engineering enhances the practitioners ability to think in systems and provides the theoretical and practical tools for the analysis and optimization of complex technical systems.					
<b>Inhalt</b> General Concepts of („classical“) control engineering, e.g.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic elements and technical terms of control engineering</li> <li>• Structure and definitions for closed loop control systems</li> <li>• (Basic-)controller types and their characteristics</li> </ul> Methods for controller design, e.g.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Model function / „templates“ for controller design (in the time and frequency domain)</li> <li>• Empirical Control Loop Tuning Procedures</li> <li>• Pole-/Zero Cancellation</li> <li>• Optimum criteria (Gain Optimum, Symmetric Optimum)</li> <li>• Methods for remodeling and simplification of control loop (elements), inter alia the method of Equivalent Time Constant</li> <li>• Cascade Control</li> </ul> Stability analysis of systems <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis of stability in the frequency domain</li> <li>• The (simplified) Nyquist-Criterion</li> <li>• Degrees of stability and robustness: stability margin(s)</li> </ul> Electrical Circuitry Design for dynamic Elements, inter alia: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operational Amplifiers to implement transfer functions in electric circuits</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> The students... <ul style="list-style-type: none"> <li>• ...know the most important technical terms and concepts of control engineering / theory and are able to explain them,</li> <li>• ...are capable to state and define the most important standard controller types</li> <li>• ...know important control design procedures as well as (mathematical) tools for the description, simplification and parametrization of control loops,</li> <li>• ...are capable of calculating important characteristics of dynamic systems, (e.g. final values, stability etc.),</li> <li>• ...are adept at choosing an appropriate controller type for typical control problems,</li> <li>• ...are capable of analyzing simple and moderately complex control loops with respect to dynamics, stability and stability margins and evaluate the results,</li> </ul>					

- ...design controllers for simple to moderately complex control systems according to established design procedures and are capable of using appropriate approximation procedures where necessary (and know the range of validity for these approximations).

#### **Lern- und Methodenkompetenz**

- Students are capable to model constituent parts of a dynamic system with appropriate mathematical tools as well as using state of the art simulation programs (MATLAB/Simulink) to simulate, analyze and evaluate the system.

#### **Sozial- und Selbstkompetenz:**

- Students obtain and assess technical information.

Students practice and exercise in smaller groups.

#### **Literaturhinweise**

- Lux, M.: *Regelungstechnik* – Lecture Notes, THU WS23/24
- Dorf, R.C. und Bishop R.H.: *Modern Control Systems*, 10th Edition. Pearson Publishing Company, 2006  
(the following, additional material is available in German language, only)
- Schumacher, W.: *Grundlagen der Regelungstechnik*, Vorlesungsskript TU Braunschweig, [https://srv.ifr.ing.tu-bs.de/static/files/lehre/vorlesungen/gdr/Skript\\_GdR.pdf](https://srv.ifr.ing.tu-bs.de/static/files/lehre/vorlesungen/gdr/Skript_GdR.pdf)
- Föllinger, O.: *Regelungstechnik*, 12. Auflage, VDE Verlag, 2016
- Lunze, J.: *Regelungstechnik 1*, 6. Auflage, Springer, 2008

Additional bibliographic reference may be provided during classes.

Lehr- und Lernform	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform	Klausur (90 min)	Vorleistung		
Vorausgesetzte Module	Systemtheorie oder Systems Theory			
Aufbauende Module	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
Modulumfang	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

## 2.2.6. Signalverarbeitung, Digital Signal Processing

<b>Modulkürzel</b> MB2300035000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 4 (ET) 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Signalverarbeitung					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Grundlagen zur digitalen Verarbeitung von Signalen (Abtastung, Spektralanalyse, Filterung)					
<b>Inhalt</b> 1. Systembeschreibung durch Differentialgleichung und Differenzengleichung 2. Abtastung und Rekonstruktion 3. Spektralanalyse (DFT / IDFT und FFT / IFFT) 4. Digitale Filter (FIR-Filter und IIR-Filter)					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die im Fach Systemtheorie erworbenen Kenntnisse werden auf diskrete Beschreibungen von Systemen erweitert und auf die Ziele der digitalen Signalverarbeitung angewandt.</li><li>• Die Vorlesung versteht sich als grundlegend für nachfolgende Lehrveranstaltungen in allen Studienschwerpunkten.</li><li>• Die Studierenden kennen unterschiedliche Formen der Systembeschreibung (kontinuierlich, diskret).</li><li>• Die grundlegenden mathematischen Beschreibungen für Abtastung, diskrete Fourier-Transformation und digitale Filterung sind bekannt.</li></ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Stabilitätsanalysen, Berechnung von Frequenzgängen und Filterentwurf können mathematisch realisiert werden.</li><li>• Die wesentlichen Probleme der Signalverarbeitung können formuliert und in Modelle überführt werden.</li><li>• Realisierungen unter Matlab können erstellt und analysiert werden.</li><li>• Die Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung werden beherrscht und können auf konkrete Probleme angewandt werden.</li><li>• Im Labor werden Themen aus der Vorlesung anhand von Simulationsbeispielen unter Matlab vertieft.</li></ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Eine Hausarbeit vermittelt eigene Handlungskompetenz auf dem Gebiet der digitalen Signalverarbeitung.</li></ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Eigenes Skript: Signalverarbeitung, 8. Auflage, 2020</li><li>• Kammeyer, Kroschel: Digitale Signalverarbeitung, Teubner, Stuttgart, 2009</li><li>• Götz: Einführung in die digitale Signalverarbeitung, Teubner, Stuttgart, 1998</li><li>• Lunze: Regelungstechnik 1, Springer, Heidelberg, 2003</li></ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS) und Labor (1 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	Hausarbeit
<b>Vorausgesetzte Module</b>	Systemtheorie oder Systems Theory				
<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium				
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h	

<b>Modulkürzel</b> MB2300084000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Englisch	<b>Semester</b> 4 (ET)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Digital Signal Processing					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Basics on digital processing of signals (sampling, spectral analysis, filtering)					
<b>Inhalt</b> 1. System description with differential equation and difference equation 2. Sampling and reconstruction 3. Spektral analysis (DFT / IDFT and FFT / IFFT) 4. Digital filters (FIR filter and IIR filter)					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• The knowledge obtained in the module systems theory is extended to discrete representations of systems and to the objectives of digital signal processing.</li><li>• The course establishes the basics for consecutive modules in all major fields of study.</li><li>• The students know different forms of system description (continuous, discrete).</li><li>• The basic mathematical descriptions for sampling, discrete Fourier transform, and digital filtering are known.</li></ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Stability analysis, calculation of frequency responses, and filter design can be mathematically realized.</li><li>• The substantial problems of signal processing can be formulated and transferred into models.</li><li>• Realizations in Matlab can be created and analyzed.</li><li>• The basics of digital signal processing can be applied to solve practical problems.</li><li>• Particular issues from the lecture are covered in the laboratory by means of simulation examples in Matlab.</li></ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• An additional homework enhances the own responsibility and decision-making in the field of digital signal processing.</li></ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Own Script: Signal Processing, 2020</li><li>• Kammeyer, Kroschel: Digitale Signalverarbeitung, Teubner, Stuttgart, 2009</li><li>• Götz: Einführung in die digitale Signalverarbeitung, Teubner, Stuttgart, 1998</li><li>• Lunze: Regelungstechnik 1, Springer, Heidelberg, 2003</li></ul> Further bibliographical references are given within the lecture.					
<b>Lehr- und Lernform</b>		Vorlesung (3 SWS) und Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>		Klausur (90 min)	<b>Vorleistung</b>	Hausarbeit	
<b>Vorausgesetzte Module</b>		Systemtheorie oder Systems Theory			
<b>Aufbauende Module</b>		Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
<b>Modulumfang</b>		Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 2.2.7. Software Engineering, Software Engineering

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300038000	5	Deutsch	3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	Pflichtmodul	Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Software Engineering					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Um Anwendungssysteme erfolgreich entwickeln zu können, muss eine Elektrotechnikerin/ein Elektrotechniker wissen, wie bei der Entwicklung von Programmen und Software systematisch vorzugehen ist und gängige Spezifikationstechniken zum Entwurf, Umsetzungs- und Testtechniken zu beherrschen. Ebenso ist Kenntnis und Erfahrung beim projektorientierten Arbeiten notwendig, wie es in diesem Modul vermittelt wird.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwareentwicklungsprozesse</li> <li>• Requirementsengineering, Traceability und Test</li> <li>• Plattformunabhängige Entwicklung von Software</li> <li>• Modellierung mit UML (statische und dynamische Modellierung) unter Einsatz eines UML Tools</li> <li>• Design Patterns</li> <li>• Software-Qualität</li> <li>• Software-Projektmanagemet</li> <li>• Einsatz von Versionsverwaltung</li> <li>• Übertragung des Gelernten in ein praktisches Projekt</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulieren von Anforderungen an Softwarelösungen</li> <li>• Verstehen und anwenden der graphischen Modellierung von Softwaresystemen mit UML</li> <li>• Bewerten von Softwareentwürfen</li> <li>• Kennen von Entwurfsprinzipien von Softwaresystemen</li> <li>• Entwickeln von Software im Team</li> <li>• Beurteilen und sichern der Qualität von Softwaresystemen</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umsetzen und durchführen eines Softwareentwicklungsprozesses</li> <li>• Anforderungen in Softwareprojekten analysieren und umsetzen</li> <li>• Softwaresysteme entwerfen und deren Struktur und Verhalten mit Mitteln der UML spezifizieren</li> <li>• Nutzen und einsetzen von modernen Softwareentwicklungstools</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführen eines Softwareprojekts nach Maßgabe eines Prozesses</li> <li>• Einsatz von Modellierungsmethoden im praktischen Projekt</li> </ul> <b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführen eines Projekts im Team</li> <li>• Erkennen und reflektieren der eigenen Rolle in Kleingruppen und eigenverantwortliches Wahrnehmen dieser Rolle</li> <li>• Kommunizieren und Zusammenarbeit mit verschiedenen Stakeholdern im Projekt</li> <li>• Vertreten und diskutieren von eigenen Ideen im Projektteam sowie fachliche Kritik sowohl äußern als auch selbst annehmen</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenes Skript.</li> </ul>					

- Bernd Österreich, Stefan Bremer: Analyse und Design mit UML 2.5. Oldenburg, 2013.
- Ian Sommerville: Software Engineering. Pearson, 10. aktualisierte Edition 2018.
- Martin Hitz, Gerti Kappel, et.al: UML@Work. dpunkt, 2005.
- Dan Pilone, Russ Miles, Jörg Beyer und Lars Schulten: Softwareentwicklung von Kopf bis Fuß. O'Reilly, 2008.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung

Lehr- und Lernform	Vorlesung (3 SWS) und Labor (1 SWS)			
Prüfungsform	Praktische Arbeit/Entwurf und Präsentation		Vorleistung	
Aufbauende Module	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
Modulumfang	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300087000	5	Englisch	3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	Pflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Software Engineering					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> In order to successfully develop application systems, an electrical engineer must know how to systematically develop software and master common specification, design, implementation and testing techniques. Likewise, knowledge and experience in project-oriented work is necessary, as taught in this module.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Software development processes</li> <li>• Requirements engineering, traceability and testing</li> <li>• Platform-independent software development</li> <li>• Modeling with UML (static and dynamic modeling) using a UML tool</li> <li>• Design patterns</li> <li>• Software quality</li> <li>• Software project management</li> <li>• Use of version management</li> <li>• Transfer of the learned into a practical project</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Students will acquire the following competencies: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Define requirements for software solutions</li> <li>• Understand and apply graphical modeling of software systems using UML</li> <li>• Evaluate software designs</li> <li>• Knowing design principles of software systems</li> <li>• Developing software in a team</li> <li>• Evaluate and assure the quality of software systems</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implement and execute a software development process</li> <li>• Write, analyze and verify requirements in software projects</li> <li>• Designing software systems and specifying their structure and behavior using UML</li> <li>• Use and apply modern software development tools</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Develop a software project according to a process</li> <li>• Usage of modeling methods in a practical project</li> <li>• Assessment of own analytical and conceptual skills</li> </ul> <b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Develop a software project in a team</li> <li>• Recognize and reflect on one's own role in small groups</li> <li>• Communicate and cooperate with different stakeholders in the project</li> <li>• Represent and discuss own ideas in the project team as well as expressing and accepting professional feedback</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Own Script.</li> <li>• Ian Sommerville: Software Engineering, (10th edition), 2018.</li> <li>• Martina Seidel et al: UML @ Classroom: An Introduction to Object-Oriented Modeling, 2015.</li> </ul>					



- Martin Hitz, Gerti Kappel, et.al: UML@Work. dpunkt, 2005.

Further literature references will be given in the actual conducted course.

Lehr- und Lernform	Vorlesung (3 SWS) und Labor (1 SWS)			
Prüfungsform	Praktische Arbeit/Entwurf und Präsentation		Vorleistung	
Aufbauende Module	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
Modulumfang	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

## 2.2.8. Systemtheorie, Systems Theory

<b>Modulkürzel</b> MB2300032000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 3 (ET) 6 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Systemtheorie					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Grundlagen zur Modellierung und Simulation technischer Systeme					
<b>Inhalt</b> 1. Erläuterung der Begriffe „Signal“ und „System“ 2. Beschreibung im Zeitbereich (komplexe Darstellung stationärer Signale, instationäre Signale, Systembeschreibung durch Impulsantwort und Faltung, Beschreibung durch Differentialgleichungen, Signalfluss-Diagramm und Simulation) 3. Beschreibung im Frequenzbereich (Fourier-Reihe, Fourier-Transformation, Begriff „Spektrum“, Übertragungsfunktion, Systemstabilität, Methoden der Systemdarstellung)					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die in den Fächern Mathematik und Physik erworbenen Kenntnisse werden zur Ausprägung ingenieurtypischer Methoden-Kompetenzen angewendet.</li><li>• Verfahren und Methoden zur Beschreibung und Darstellung von Signalen und dynamischen Systemen werden erarbeitet.</li><li>• Die Voraussetzungen für Modellbildung und Simulation als ingenieurtypische Arbeitsmethoden werden erarbeitet.</li><li>• Das Fach legt die Grundlagen für Anwendungsfächer wie Regelungstechnik, Signalverarbeitung, Nachrichtentechnik und Fahrdynamik.</li></ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden können unterschiedliche Formen der Systembeschreibung (Frequenzgang, Differentialgleichung, Übertragungsfunktion) anwenden und die Formen ineinander überführen.</li><li>• Aus den Systembeschreibungen können wesentliche Systemeigenschaften (z.B. Dämpfung, Stabilität) extrahiert werden.</li><li>• Die Beschreibungsformen können in einfache Simulationsmodelle unter MATLAB überführt und es können Systemsimulationen durchgeführt werden.</li><li>• Für einfache Systeme können selbständig die physikalischen Zusammenhänge in eine mathematische Beschreibung überführt und Modelle erstellt werden.</li><li>• Modellierung und Simulation als Methoden ingenieurmäßigen Vorgehens sind verstanden und können angewendet werden in den Gebieten Mechanik (Fahrdynamik), Nachrichtentechnik, Signaltheorie und Automatisierungstechnik.</li></ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Eigenes Skript: Systemtheorie, 6. Auflage, 2020</li><li>• Mildenberger: System- und Signaltheorie, Teubner, 1995</li><li>• Ohm, Lüke: Signalübertragung, Grundlagen der analogen und digitalen Nachrichtenübertragungssysteme, 11. Auflage, Springer, 2010</li></ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>		Vorlesung (3 SWS) und Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>		Klausur (90 min)	<b>Vorleistung</b>		Laborarbeit
<b>Aufbauende Module</b>		Regelungstechnik, Control Theory, Signalverarbeitung. Digital Signal Processing.			

	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

<b>Modulkürzel</b> MB2300079000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Englisch	<b>Semester</b> 3 (ET)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Systems Theory					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Basics on Modelling and Simulation of technical Systems					
<b>Inhalt</b> 1. Explanation of „Signals“ und „Systems“ 2. Description in the time domain (complex representation of stationary signals, instationary signals, system description by impulse response and convolution, description by differential equations, signal flow diagram and simulation) 3. Description in the frequency domain (Fourier series, Fourier transformation, term „spectrum“, transfer function, system stability, methods of system representation)					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• The knowledge acquired in the modules mathematics and physics is applied for the development of engineering expertises.</li><li>• Procedures and methods for the description of signals and dynamic systems are developed.</li><li>• The prerequisites for modelling and simulation are developed.</li><li>• The module establishes the fundamentals for application specific subjects as control theory, signal processing, communication technology, and vehicle dynamics.</li></ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• The students can apply different forms of system description (frequency response, differential equation, transfer function) and can transfer the forms into each other.</li><li>• Essential system properties (e.g. damping, stability) can be extracted from the system descriptions.</li><li>• The description forms can be transferred into simple simulation models in MATLAB and system simulations can be executed.</li><li>• For simple systems , the physical relations can be independently transferred into a mathematical description as well as into a model.</li><li>• Modelling and simulation as engineering methods are understood and can be applied to mechanical engineering (e.g. vehicle dynamics), communication technology, signal theory, and automation engineering.</li></ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Own Script: Systems Theory, 2020</li><li>• Mildenberger: System- und Signaltheorie, Teubner, 1995</li><li>• Ohm, Lüke: Signalübertragung, Grundlagen der analogen und digitalen Nachrichtenübertragungssysteme, 11. Auflage, Springer, 2010</li></ul> Further bibliographical references are given within the lecture.					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS) und Labor (1 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit	
<b>Aufbauende Module</b>	Regelungstechnik, Control Theory, Signalverarbeitung, Digital Signal Processing, Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium				
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h	

## 2.2.9. Arbeitsmethoden in technischen Projekten (ET)

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300039000	5	Deutsch	5 (ET)	Pflichtmodul	Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Arbeitsmethoden in technischen Projekten					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik (nur im regulären Studiengang, nicht im Dualen Studiengang nach dem Ulmer Modell)					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Projekte sind heutzutage im beruflichen Umfeld quer durch alle Branchen allgegenwärtig. Zentrale Bestandteile der Projektarbeit sind das Klären der Projektaufgabe, die Ermittlung und Dokumentation der daraus resultierenden Anforderungen und Arbeitspakete, eine Zeit- und Ressourcenplanung sowie ein methodisches und lösungsorientiertes Vorgehen innerhalb der jeweiligen Projektphasen. Neben der Projektdurchführung liegt auch in der Ergebnissicherung eine wichtige Ingenieurskompetenz. Für den Erfolg der Projekte und der Beteiligten sind die betrieblichen Rahmenbedingungen (Organisation, Rechnungswesen, Entscheidungsprozesse) und die Anforderungen an die Kommunikation und Präsentation der Ergebnisse wesentlich. Daher stellen die in diesem Modul erworbenen Kompetenzen sicherlich eine solide und auch nötige Grundlage sowohl für den zeitnahen Einsatz im Praxissemester als auch für die spätere professionelle Karriere dar.					
<b>Inhalt</b> 1. Teilmethoden des PM <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektdefinition, Zielsysteme, SMART</li> <li>• Projektstrukturplan, Arbeitspakete, Meilensteine und Phasen</li> <li>• Ablaufplanung, kritischer Pfad und Puffer</li> <li>• Kosten- und Ressourcenplanung</li> <li>• Risikomanagement und Stakeholderanalyse</li> </ul> 2. Weiterführende Aspekte des PM <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methodische Grenzen des klassischen PM:</li> <li>• Simultaneous Engineering, SCRUM, Kanban, etc.</li> <li>• Führung, Motivation, Kommunikation, etc.</li> <li>• Systematische Problemlösung, z.B. mit modernem TRIZ</li> </ul> 3. Betriebswirtschaftliche Grundlagen als Rahmenbedingungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundzüge des betrieblichen Rechnungswesens, im externen Rechnungswesen insbesondere Grundlagen der GuV und Bilanz; Internes Rechnungswesen: Kalkulationsmethoden, BAB, Deckungsbeitragsrechnung</li> <li>• Strukturen und Modelle der Aufbau- und Projektorganisation</li> <li>• Ablauforganisation: Grundzüge des Prozessmanagements, Lean-Ansätze</li> </ul> 4. Präsentationstechnik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entscheiderorientiertes Aufbereiten von Informationen, insbesondere im Format der Vorstandspräsentation</li> </ul> 5. Ingenieurwissenschaftliche Dokumentation zur Sicherung der Ergebnisse 6. Durchführung eines Projektlabors aus drei möglichen Bereichen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugkommunikation</li> <li>• Automatisierung</li> <li>• Kommunikationstechnik</li> </ul> mit den Schwerpunkten Analyse, Simulation, Inbetriebnahme und messtechnische Untersuchung technischer Systeme.					

## Lernergebnisse

### Fachkompetenz

- Studierende kennen die grundlegenden Begriffe des PM.
- Studierende verstehen die Funktionsweise der Teilmethoden des PM.
- Studierende wenden Teilmethoden des PM auf ein eigenes Projekt an.
- Studierende verstehen die Grenzen des klassischen PM.
- Studierende verstehen die Einsatzgebiete von agilen Methoden.
- Studierende verstehen die verschiedenen Kompetenzfelder einer ProjektleiterIn, insbesondere im Bereich der Führung, Motivation und Kommunikation sowie im Bereich der systematischen Problemlösung.
- Studierende wenden systematische Problemlösungsmethoden auf verschiedenste Fragestellungen an.
- Studierende verstehen die grundlegenden Zusammenhänge und Begriffe des betrieblichen Rechnungswesens.
- Studierende kennen Strukturen und Methoden der Aufbau- und Ablauforganisation.
- Studierende können die Grundsätze ingenieurwissenschaftlicher Ergebnissicherung auf eigene Projekte anwenden.

### Lern- und Methodenkompetenz

- Studierende stellen die Ergebnisse ihres eigenen PM-Projekts graphisch dar.
- Studierende präsentieren die Ergebnisse ihres eigenen PM-Projekts im Plenum.
- Studierende halten Vorträge in einem vorgegebenen zeitlichen und thematischen Rahmen.
- Studierende abstrahieren komplexere Situationen und Problemstellungen.
- Studierende sind in der Lage komplexe Inhalte in einem entscheidungsrelevanten Format aufzubereiten und zu präsentieren.
- Studierende dokumentieren ihre Ergebnisse entsprechend ingenieurwissenschaftlicher Praxis.
- Studierende können Entwurfs- und Analysemethoden im gewählten Arbeitsgebiet auswählen und anwenden.

### Sozialkompetenz

- Studierende wenden Erkenntnisse aus der Veranstaltung, insbesondere aus den Kompetenzfeldern Führung, Motivation und Kommunikation, Organisation sowie Problemlösung auch im Alltag an.

### Selbstkompetenz

- Studierende teilen sich selbst in Teams ein.
- Studierende einigen sich in den Teams eigenverantwortlich auf ein Projektthema.
- Studierende üben und arbeiten in wechselnden Teamkonstellationen.

### Literaturhinweise

- Walter Jakoby, Projektmanagement für Ingenieure, 2015
- Mario Neumann, Projekt-Safari, 2017
- Greg Horine, Project Management Absolute Beginner's Guide, 2017
- Eric Verzuh, The Fast Forward MBA in Project Management, 2015
- Schmalen/Pechtl, Grundlagen und Probleme der Betriebswirtschaft, 2019
- Heike Hering, Technische Berichte: verständlich gliedern, gut gestalten, überzeugend vortragen. Springer Verlag, 2019
- Siegfried Rippberger, Publizieren in Technik- und Naturwissenschaften - ein Praxisbuch von der Textgestaltung bis zur Veröffentlichung, utb, 2022

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

Lehr- und Lernform	Vorlesung (3 SWS) und Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		Vorleistung	Arbeitsmethoden: Leistungsnachweis, Bericht	
Aufbauende Module	Praxisprojekt (ET), Projekt Elektrotechnik (ET), Bachelorarbeit mit Seminar (ET)			
Modulumfang	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

## 2.2.10. Praxisprojekt (ET)

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300040000	25	Deutsch	5 (ET)	Pflichtmodul	Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Praxisprojekt					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik (nur im regulären Studiengang, nicht im Dualen Studiengang nach dem Ulmer Modell)					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Im Studium erworbene Kenntnisse und Kompetenzen werden auf industrielle Fragestellungen angewendet und im Rahmen eines zentralen Ingenieursprojektes, das für die angestrebte Berufspraxis und Berufsqualifikation typisch ist, vertieft. Der Einblick in industrielle Abläufe und die Teamarbeit in einer Organisationsstruktur (Team, Abteilung) stellen einen zentralen Aspekt der Ingenieurausbildung dar und werden direkt im Unternehmen vor Ort vertieft. Das Modul baut auf den Fachkenntnissen aus den ersten 4 Fachsemestern sowie auf dem das Praxisprojekt vorbereitenden Modul Arbeitsmethoden in technischen Projekten auf und stellt eine wichtige Grundlage für die Module Projekt Elektrotechnik sowie Bachelorarbeit mit Seminar dar.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praxisphase in einem Unternehmen mit Durchführung eines zentralen Ingenieursprojektes, das für die angestrebte Berufspraxis und Berufsqualifikation typisch ist.</li> <li>• Abgrenzung und Gliederung der Aufgabenstellung, Projektplanung sowie Projektsteuerung und Risikomanagement für das bearbeitete Ingenieursprojekt. Hierbei werden die Abgrenzung und Gliederung der Aufgabenstellung sowie die Projektplanung im Rahmen des Startberichts dokumentiert. Die Ergebnisse der Projektsteuerung und des Risikomanagements werden im Rahmen des Abschlussberichtes dokumentiert und im Rahmen der Projektpräsentation vorgestellt.</li> <li>• Nachbereitende Veranstaltung: Präsentation, Dokumentation und Bewertung des bearbeiteten Projekts.</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• im Studium erworbene Kompetenzen auf industrielle Problemstellungen in der Elektrotechnik und Informationstechnik anwenden und bewerten sowie</li> <li>• Projekte planen, spezifizieren, durchführen, bewerten und kommunizieren.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektarbeit planen und im Team durchführen,</li> <li>• industrielle Abläufe verstehen, bewerten und diskutieren,</li> <li>• Ergebnisse präsentieren und diskutieren sowie</li> <li>• Meilensteinpläne aufstellen und einhalten.</li> </ul> <b>Sozial- und Selbstkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• gemeinsames ingenieurmäßiges Lösen von Aufgabenstellungen in Teamarbeit,</li> <li>• Planen, Organisieren und Kommunizieren von Aufgaben und Ergebnissen</li> <li>• Präsentation eines wesentlichen Teilprojekts vor Kommilitonen und dem Betreuer im Praktikantenseminar einschließlich der Diskussion der Ergebnisse.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anleitung zur Ergebnissicherung und zur Erstellung technischer Berichte als Manuskripte der das jeweilige Praxisprojekt betreuenden Dozentinnen und Dozenten, THU, 2022.</li> <li>• Hering, H.: Technische Berichte: verständlich gliedern, gut gestalten, überzeugend vortragen. Springer, 2019.</li> </ul>					

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.				
Lehr- und Lernform	Projektarbeit und Seminar			
Prüfungsform		Vorleistung	Bericht, Referat	
Vorausgesetzte Module	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters aus dem Schwerpunktstudium			
Aufbauende Module	Projekt Elektrotechnik (ET), Bachelorarbeit mit Seminar (ET)			
Modulumfang	Präsenzzeit 10h	Selbststudium 20h	Praxiszeit 720h	Gesamtzeit 750h



### 2.2.11. Praxisprojekt 1 (ETd)

<b>Modulkürzel</b> MB2300099000	<b>ECTS</b> 14	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 5 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Praxisprojekt 1					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik (nur im Dualen Studiengang nach dem Ulmer Modell, nicht im regulären Studiengang)					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Im Studium erworbene Kenntnisse und Kompetenzen werden auf industrielle Fragestellungen angewendet und im Rahmen erster, kleinerer Ingenieursprojekte, die für die angestrebte Berufspraxis und Berufsqualifikation typisch sind, vertieft, ebenso wie einfache Teilmethoden des Projektmanagements, insbesondere die Abgrenzung und Gliederung von Aufgabenstellungen, und Methoden der Ergebnissicherung. Der Einblick in industrielle Abläufe und die Teamarbeit in einer Organisationsstruktur (Team, Abteilung) stellen einen zentralen Aspekt der Ingenieurausbildung dar und werden direkt im Unternehmen vor Ort erlernt. Das Modul baut auf den Fachkenntnissen des Grundstudiums auf und stellt eine wichtige Grundlage für das Praxisprojekt 2 dar.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praxisphase in einem Unternehmen mit Durchführung erster, kleinerer Ingenieursprojekte, die für die angestrebte Berufspraxis und Berufsqualifikation typisch sind.</li> <li>• Abgrenzung und Gliederung der Aufgabenstellung.</li> <li>• Ergebnissicherung in Form von Wochenberichten.</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• im Grundstudium erworbene Kompetenzen auf industrielle Problemstellungen in der Elektrotechnik und Informationstechnik anwenden und bewerten sowie</li> <li>• Aufgabenstellungen abgrenzen und gliedern und eine angemessene Ergebnissicherung erstellen.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kleine Projektarbeiten planen und im Team durchführen,</li> <li>• industrielle Abläufe verstehen, bewerten und diskutieren sowie</li> <li>• Ergebnisse dokumentieren.</li> </ul> <b>Sozial- und Selbstkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• gemeinsames ingenieurmäßiges Lösen von Aufgabenstellungen in Teamarbeit,</li> <li>• Planen, Organisieren und Kommunizieren von einfachen Aufgaben und deren Ergebnissen.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anleitung zur Ergebnissicherung und zur Erstellung technischer Berichte als Manuskripte der das jeweilige Praxisprojekt betreuenden Dozentinnen und Dozenten, THU, 2025.</li> <li>• Walter Jakoby, Projektmanagement für Ingenieure, 2015</li> <li>• Greg Horine, Project Management Absolute Beginner's Guide, 2017</li> <li>• Hering, H.: Technische Berichte: verständlich gliedern, gut gestalten, überzeugend vortragen. Springer, 2019.</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Projektarbeit und Seminar				
<b>Prüfungsform</b>			<b>Vorleistung</b>	Bericht	

<b>Vorausgesetzte Module</b>	Abschluss der Facharbeiterprüfung			
<b>Aufbauende Module</b>	Ergänzung Praxisprojekt (ETd), Praxisprojekt 2 (ETd), Projekt Elektrotechnik (ETd), Bachelorarbeit mit Seminar (ETd)			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 7,5h	Selbststudium 12,5h	Praxiszeit 400h	Gesamtzeit 420h

## 2.2.12. Ergänzung Praxisprojekt (ETd)

<b>Modulkürzel</b> MB2300100000	<b>ECTS</b> 2	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Ergänzung Praxisprojekt					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik (nur im Dualen Studiengang nach dem Ulmer Modell, nicht im regulären Studiengang)					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Im Rahmen von Projektlaboren vertiefen die Studierenden die Analyse, Simulation, Inbetriebnahme und messtechnische Untersuchung technischer Systeme. Das Modul baut auf den Fachkenntnissen der ersten 4 Fachsemester auf und stellt eine wichtige Grundlage für das Modul Praxisprojekt 2 dar.					
<b>Inhalt</b> Durchführung eines Projektlabors aus drei möglichen Bereichen <ul style="list-style-type: none"><li>• Fahrzeugkommunikation</li><li>• Automatisierung</li><li>• Kommunikationstechnik</li></ul> mit den Schwerpunkten Analyse, Simulation, Inbetriebnahme und messtechnische Untersuchung technischer Systeme.					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Studierende wenden systematische Problemlösungsmethoden auf verschiedenste Fragestellungen an.</li><li>• Studierende können die Grundsätze ingenieurwissenschaftlicher Ergebnissicherung auf eigene Projekte anwenden.</li></ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Studierende dokumentieren ihre Ergebnisse entsprechend ingenieurwissenschaftlicher Praxis.</li><li>• Studierende können Entwurfs- und Analysemethoden im gewählten Arbeitsgebiet auswählen und anwenden.</li></ul> <b>Sozial- und Selbstkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Studierende teilen sich selbst in Teams ein.</li><li>• Studierende üben und arbeiten in wechselnden Teamkonstellationen.</li></ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Anleitung zur Ergebnissicherung und zur Erstellung technischer Berichte als Manuskripte der das jeweilige Praxisprojekt betreuenden Dozentinnen und Dozenten, THU, 2022.</li><li>• Walter Jakoby, Projektmanagement für Ingenieure, 2015</li><li>• Greg Horine, Project Management Absolute Beginner's Guide, 2017</li><li>• Hering, H.: Technische Berichte: verständlich gliedern, gut gestalten, überzeugend vortragen. Springer, 2019.</li></ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>		Seminar			
<b>Prüfungsform</b>			<b>Vorleistung</b>	Sonstiger Leistungsnachweis	
<b>Vorausgesetzte Module</b>		Praxisprojekt 1 (ETd), Module des 3. und 4. Lehrplansemesters aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Lehrplansemesters aus dem Schwerpunktstudium			
<b>Aufbauende Module</b>		Praxisprojekt 2 (ETd), Projekt Elektrotechnik (ETd), Bachelorarbeit mit Seminar (ETd)			
<b>Modulumfang</b>		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit

	30h	30h		60h
--	-----	-----	--	-----

### 2.2.13. Praxisprojekt 2 (ETd)

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300101000	14	Deutsch	6, 7, 8, 9 (ETd)	Pflichtmodul	Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Praxisprojekt 2					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik (nur im Dualen Studiengang nach dem Ulmer Modell, nicht im regulären Studiengang)					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Im Studium erworbene Kenntnisse und Kompetenzen werden auf industrielle Fragestellungen angewendet und im Rahmen eines zentralen Ingenieursprojektes, das für die angestrebte Berufspraxis und Berufsqualifikation typisch ist, vertieft. Der Einblick in industrielle Abläufe und die Teamarbeit in einer Organisationsstruktur (Team, Abteilung) stellen einen zentralen Aspekt der Ingenieurausbildung dar und werden direkt im Unternehmen vor Ort weiter vertieft, ebenso wie zentrale Teilmethoden des Projektmanagements und der Ergebnissicherung sowie entscheidungsorientiertes Aufbereiten von Informationen und die Präsentation von Ergebnissen. Das Modul baut auf den Fachkenntnissen der ersten 4 Fachsemester auf und stellt eine wichtige Grundlage für die Module Projekt Elektrotechnik sowie Bachelorarbeit mit Seminar dar.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praxisphase in einem Unternehmen mit Durchführung eines zentralen Ingenieursprojektes, das für die angestrebte Berufspraxis und Berufsqualifikation typisch ist. Hierbei werden zentrale Teilmethoden des Projektmanagements, die ingenieurwissenschaftliche Dokumentation zur Ergebnissicherung, entscheidungsorientiertes Aufbereiten von Informationen und Präsentation von Ergebnissen erlernt.</li> <li>• Abgrenzung und Gliederung der Aufgabenstellung, Projektplanung sowie Projektsteuerung und Risikomanagement für das bearbeitete Ingenieursprojekt. Hierbei werden die Abgrenzung und Gliederung der Aufgabenstellung sowie die Projektplanung im Rahmen eines Startberichts zum Projekt dokumentiert. Die Ergebnisse der Projektsteuerung und des Risikomanagements werden im Rahmen des Abschlussberichtes dokumentiert und im Rahmen der Projektpräsentation vorgestellt.</li> <li>• Nachbereitende Veranstaltung: Präsentation, Dokumentation und Bewertung des bearbeiteten Projekts.</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• im Studium erworbene Kompetenzen auf industrielle Problemstellungen in der Elektrotechnik und Informationstechnik anwenden und bewerten sowie</li> <li>• Projekte planen, spezifizieren, durchführen, bewerten und kommunizieren.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektarbeit planen und im Team durchführen,</li> <li>• industrielle Abläufe verstehen, bewerten und diskutieren,</li> <li>• Ergebnisse präsentieren und diskutieren sowie</li> <li>• Meilensteinpläne aufstellen und einhalten.</li> </ul> <b>Sozial- und Selbstkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• gemeinsames ingenieurmäßiges Lösen von Aufgabenstellungen in Teamarbeit,</li> <li>• Planen, Organisieren und Kommunizieren von Aufgaben und Ergebnissen.</li> <li>• Präsentation eines wesentlichen Teilprojekts vor Kommilitonen und dem Betreuer im Praktikantenseminar einschließlich der Diskussion der Ergebnisse.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b>					

- Anleitung zur Ergebnissicherung und zur Erstellung technischer Berichte als Manuskripte der das jeweilige Praxisprojekt betreuenden Dozentinnen und Dozenten, THU, 2022.
  - Walter Jakoby, Projektmanagement für Ingenieure, 2015
  - Greg Horine, Project Management Absolute Beginner's Guide, 2017
  - Hering, H.: Technische Berichte: verständlich gliedern, gut gestalten, überzeugend vortragen. Springer, 2019.
- Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

Lehr- und Lernform	Projektarbeit und Seminar			
Prüfungsform		Vorleistung	Bericht, Referat	
Vorausgesetzte Module	Praxisprojekt 1 (ETd), Ergänzung Praxisprojekt (ETd), Module des 3. und 4. Lehrplansemesters aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Lehrplansemesters aus dem Schwerpunktstudium			
Aufbauende Module	Projekt Elektrotechnik (ETd), Bachelorarbeit mit Seminar (ETd)			
Modulumfang	Präsenzzeit 7,5h	Selbststudium 12,5h	Praxiszeit 400h	Gesamtzeit 420h

#### 2.2.14. Projekt Elektrotechnik

<b>Modulkürzel</b> MB2300041000	<b>ECTS</b> 10	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 6 (ET) 8 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Projekt Elektrotechnik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> <p>Im Rahmen der Bearbeitung einer klar abgegrenzten Aufgabe in Form eines Ingenieursprojekts, das selbständig in einem kleinen Team durchgeführt wird, kommen die im bisherigen Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten zur Anwendung, einschließlich den Methoden des Projektmanagements, der Ergebnissicherung und der Ergebnispräsentation.</p> <p>Das Projekt Elektrotechnik stützt sich auf die im Rahmen des Praxisprojekts erlernten Arbeitsweisen sowie auf die im bisherigen Studium erlernten Fachkenntnisse und bereitet in der Umsetzung ingenieurmäßiger und wissenschaftlicher Arbeitsweisen auf die Bachelorarbeit vor.</p>					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung und Umsetzung eines Fachthemas unter Anleitung der betreuenden Dozentinnen und Dozenten</li> <li>• Literaturarbeit</li> <li>• Abgrenzung der Aufgabe</li> <li>• Grundsätzliche Projektsteuerung unter Anwendung von Methoden des Projektmanagements</li> <li>• Kreative Erarbeitung von Konzepten zur Aufgabenlösung und Bewertung der Konzepte</li> <li>• Umsetzen der besten Lösung</li> <li>• Ergebnissicherung entsprechend wissenschaftlicher Standards und einschließlich einer Bewertung der Ergebnisse in Form der schriftlichen Ausarbeitung</li> <li>• Vorstellung der Ergebnisse im Rahmen der Abschlusspräsentation</li> </ul> <p>Beispiele für zu bearbeitende Themenkreise sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroelektronische Schaltungen: Entwurf von mikroelektronischen Schaltungen mit Bezug zur Fahrzeugelektronik, zur Automatisierung oder Kommunikationssystemen sowie deren messtechnische Untersuchung</li> <li>• Regelungstechnik: Modellierung und Simulation von Regelkreisen und Fahrdynamik-Problemen, Realisierung von HIL-Simulationen, Simulation und Erprobung von Synchronisationsalgorithmen in Kommunikationssystemen</li> <li>• Mikrocomputertechnik: Realisierung von Rechnernetzen mit industrie- oder fahrzeugtypischen Bussystemen, Anwendung industrieüblicher Tools zur Simulation, Erprobung und Realisierung von Messverfahren und Sensoren</li> <li>• Softwaresysteme: Entwurf und Implementierung von Softwaresystemen für Betrieb und Unterstützung elektrotechnischer Systeme, speziell Embedded Systems</li> <li>• Nachrichtentechnik: Entwicklung und Untersuchung von Komponenten und Verfahren, Entwurf und Test von Mikrowellenschaltkreisen</li> <li>• EMV: Entwurf, Realisierung und Test von Messmitteln, messtechnische EMV-Untersuchung von Objekten</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <p>Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen:</p> <b>Fachkompetenz</b> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingenieurstätigkeiten, ähnlich den berufsnahen und praxisbezogenen Tätigkeiten eines Entwicklungsingenieurs, weitgehend selbständig durchführen sowie</li> <li>• Fachwissen und eigene Erfahrungen in die Arbeit einfließen lassen und weitergeben.</li> <li>• Dies bedeutet insbesondere, dass die Studierenden</li> <li>• Aufgaben beschreiben, den Stand der Technik ermitteln, Lösungswege suchen und bewerten, Lösungen umsetzen, messen, testen und validieren können sowie</li> </ul>					

- Entwurf, Simulation, Aufbau und Test von elektrotechnischen Systemen selbständig durchführen und beurteilen können.

#### **Lern- und Methodenkompetenz**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- eigene Arbeiten und Ergebnisse grundsätzlich beurteilen, präsentieren und in Projektbesprechungen erläutern sowie
- die selbständige Bearbeitung einer abgegrenzten Aufgabenstellung im Team planen und durchführen mit Methoden des Projektmanagements.

Dies bedeutet insbesondere, dass die Studierenden

- Lösungsansätze und Projektergebnisse untersuchen, beurteilen, vergleichen und verteidigen können,
- Projekte selbständig und teamorientiert (einschl. Projektmanagement und Zeitplanung) erfolgreich planen und bearbeiten können,
- Technische Berichte selbständig gliedern und formulieren können sowie in mündlicher Präsentation vor einem Auditorium erarbeitete Lösungen argumentieren, zusammenfassen und diskutieren können.

#### **Sozial- und Selbstkompetenz**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- eigene kreative Ansätze zur Problemlösung einsetzen sowie
- sich in einer entwicklungs- und forschungsorientierten, aber klar abgegrenzten Umgebung zurechtfinden und die zur Verfügung stehenden Ressourcen nutzen.

#### **Literaturhinweise**

- Anleitung zur Projektarbeit als Manuskripte der die jeweilige Projektarbeit betreuenden Dozentinnen und Dozenten, THU, 2022
- Originalliteratur in einschlägigen Fachbüchern und Fachzeitschriften.
- Hering, H.: Technische Berichte: verständlich gliedern, gut gestalten, überzeugend vortragen. Springer, 2019
- Rippberger, S.: Publizieren in Technik- und Naturwissenschaften - ein Praxisbuch von der Textgestaltung bis zur Veröffentlichung, utb, 2022

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

Lehr- und Lernform	Projektarbeit			
Prüfungsform	Bericht, mündliche Prüfung, Referat		Vorleistung	Studienarbeit
Vorausgesetzte Module	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium, Module des Praktikums			
Aufbauende Module	Bachelorarbeit mit Seminar			
Modulumfang	Präsenzzeit	Selbststudium 300h	Praxiszeit	Gesamtzeit 300h



## 2.2.15. Bachelorarbeit mit Seminar

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300042000	15	Deutsch	7 (ET) 9 (ETd)	Pflichtmodul	Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Bachelorarbeit mit Seminar					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Die Bachelorarbeit bildet den Abschluss des Studiums. Bei der Bearbeitung wird das Fachwissen in einem spezifischen Themengebiet des Studiengangs vertieft. Eine klar abgegrenzte Aufgabe wird mit ingenieurmäßigen und wissenschaftlichen Arbeitsweisen bearbeitet. Es sind damit die im bisherigen Studium erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten im Rahmen eines Ingenieurprojekts anzuwenden sowie der Themenbereich des eigenständigen Arbeitens, einschließlich Projektplanung und Projektkontrolle, Ergebnissicherung und Ergebnispräsentation zu vertiefen.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstständige Erarbeitung und Umsetzung eines Fachthemas</li> <li>• Literaturarbeit</li> <li>• Abgrenzung der Aufgabe</li> <li>• Projektsteuerung auf Grundlage der Anwendung von Methoden des Projektmanagements</li> <li>• Kreative Erarbeitung von Konzepten zur Aufgabenlösung</li> <li>• Bewertung der Konzepte</li> <li>• Umsetzen der besten Lösung</li> <li>• Dokumentation des Fortschritts und Ergebnissicherung entsprechend wissenschaftlicher Standards und einschließlich einer Bewertung der Ergebnisse in der schriftlichen Ausarbeitung der Bachelorarbeit</li> <li>• Präsentation des Abschlussberichtes zur Bachelorarbeit</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• selbständige Ingenieurstätigkeit durchführen sowie</li> <li>• Fachwissen und eigene Erfahrungen in die Arbeit einfließen lassen und effizient weitergeben.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• eigene Arbeiten und Ergebnisse beurteilen, präsentieren und in Projektbesprechungen erläutern sowie</li> <li>• die selbständige Bearbeitung einer umfangreichen Aufgabenstellung planen und durchführen mit Methoden des Projektmanagements.</li> </ul> <b>Sozial- und Selbstkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• eigene Kreativität zur Problemlösung einsetzen sowie</li> <li>• sich in einer industriellen oder forschungsorientierten Umgebung zurechtfinden und die zur Verfügung stehenden Ressourcen nutzen.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anleitung zur Bachelorarbeit als Manuskripte der die jeweilige Bachelorarbeit betreuenden Dozentinnen und Dozenten, THU, 2022</li> <li>• Originalliteratur in einschlägigen Fachbüchern und Fachzeitschriften.</li> <li>• Hering, H.: Technische Berichte: verständlich gliedern, gut gestalten, überzeugend vortragen. Springer, 2019</li> <li>• Rippberger, S.: Publizieren in Technik- und Naturwissenschaften - ein Praxisbuch von der Textgestaltung bis zur Veröffentlichung, utb, 2022</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					

Lehr- und Lernform	Seminar und Projektarbeit			
Prüfungsform	Siehe §23 (3-4) SPO		Vorleistung	
Vorausgesetzte Module	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium, Module des Praktikums, Projekt Elektrotechnik			
Modulumfang	Präsenzzeit 30h	Selbststudium 420h	Praxiszeit	Gesamtzeit 450h

### 3. Module der Schwerpunkte (Vertiefungsrichtungen)

#### 3.1. Schwerpunkt Automatisierung

### 3.1.1. Steuerungstechnik

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300050000	5	Deutsch	3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	Pflichtmodul	Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Steuerungstechnik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Nahezu alle technischen Systeme werden elektronisch gesteuert. Hierzu werden besonders in der Automatisierungstechnik oft Speicherprogrammierbare Steuerungen eingesetzt. Diese sind flexibel und modular aufgebaut. Sie nehmen den Zustand des Automatisierungssystems auf und verarbeiten Anforderungen des Systems und des Bedieners. Diese werden über eine Aktuatorik an das Automatisierungssystem zurückgegeben. Die Signalübertragung erfolgt diskret oder Busanbindung. Die Programmierung erfolgt über standardisierte Programmiersprache, diese können sehr maschinennah, hochsprachähnlich oder grafisch orientiert sein. Die Steuerungstechnik mit SPS bildet so das Bindeglied zwischen µComputertechnik und PC Anwender Applikationssoftware. Deshalb steht die Steuerungstechnik mit Hilfe von Speicherprogrammierbaren Steuerungen im Mittelpunkt dieser Lehrveranstaltung.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmale von Steuerungen: Signalformen, Arten von Steuerungen, Struktur einer Steuerung.</li> <li>• Binäre und digitale Funktionsglieder</li> <li>• Speicherprogrammierte Steuerungen: Anwendungen, Aufbau und Arbeitsweise einer SPS, Programmstruktur und Programmiersprachen, Grundfunktionen, Zahlen und Variablen der SPS, Lade- und Transferfunktionen, Vergleichsfunktionen, Arithmetische Funktionen, Zeit- und Zählfunktionen, Programmierung von Datenbausteinen, Funktionen und Funktionsbausteinen</li> <li>• Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen: Merkmale, Aufbau, Funktionspläne, Programmierung und Inbetriebnahme.</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:					
<b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipielle Entwurfsmethoden zur Lösung von Steuerungsaufgaben anwenden.</li> <li>• Aufbau und Struktur speicherprogrammierter Steuerungen erläutern.</li> <li>• Speicherprogrammierter Steuerungen in FUP, AS und ST programmieren.</li> <li>• Automatisierungssysteme für Maschinen und Anlagen projektieren.</li> <li>• SPS-Steuerungen programmieren und in Betrieb nehmen.</li> </ul>					
<b>Lern- und Methodenkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurfsmethoden auf die Steuerungstechnik zu übertragen: Auswahl von Steuerungen und Signaltypen.</li> <li>• Parameter zu erklären und Datenblättern zu interpretieren.</li> </ul>					
<b>Sozial- und Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende beschaffen und bewerten selbstständig technische Informationen.</li> <li>• Studierende üben und arbeiten in wechselnden Teamkonstellationen.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stöckle, D: Steuerungstechnik – Skript und detaillierte Laboranleitungen, THU, Stand WiSe24</li> <li>• G. Wellenreuther, D. Zastrow: "Automatisieren mit SPS", Vieweg, 2015</li> <li>• H. Berger, „Automatisieren mit SIMATIC“, Publicis MCD Verlag 2019</li> </ul> Weitere Literaturhinweise finden Sie in der Vorlesung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit	

<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.1.2. Sensors and Bus Systems

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300049000	5	Englisch	3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	Pflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Sensors and Bus Systems					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Almost all technical systems must be monitored with regard to their condition. Usually, sensors are used for this purpose. They acquire non-electrical or electrical measured variables and convert them into standardized electrical output signals. Depending on the level of integration, sensors perform tasks starting from converting the measurand into an electrical signal, signal conditioning, filtering up to digitization and standardization/coding. The understanding of every task performed by such a sensing system basic functions of this so-called measuring chain of bus-capable sensors is the focus of this course.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of measurement technology based on DIN 1319</li> <li>• Sensor as transmission system: static transmission behavior and error description, measurement chain and sensor structures</li> <li>• Measurement signal processing: Common signal conditioning circuits for sensors as well as analog filtering</li> <li>• Digitalization and analog-to-digital converters and digital-to-analog converters</li> <li>• Sensing principles: Classification and conversion principles: resistive, inductive, capacitive and piezoelectric</li> <li>• Typical measurands of automation and process measurement technology</li> <li>• Bus systems in the automotive environment: CAN, ZigBee, FlexRay, Ethernet</li> <li>• Bus systems in automation and process technology: ASI, CAN, CANopen, PROFIBUS, Ethernet, Profinet, EtherCAT</li> <li>• Interface modules, gateways, basics of safe bus systems</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Students acquire the following competencies: <b>Fachkompetenz</b> After successful completion of the module, students will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand and calculate of parameters such as sensitivity, resolution and measurement uncertainty</li> <li>• explain and determin (static) transmission behavior of sensors (also error description)</li> <li>• understand common conditioning circuits for sensors and will be able to design: Focus on amplification, bridge configuration and counter circuits</li> <li>• select and dimension simple filter topologies depending on the intended use</li> <li>• understand function of ADC and DAC circuits</li> <li>• classify sensing effects and to explain transmission behavior of sensors</li> <li>• understand and apply basic computer buses in the various fields of work</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> After successful completion of the module, students will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• transfer signal theory to the context of sensor technology: frequency response analysis, processing of sensor signals (analog and digital)</li> <li>• explain parameters and to interpret diagrams (transfer functions) in datasheets</li> <li>• calibrate sensors and to quantify error measures</li> <li>• distinguish, understand and configure interface modules and gateways</li> </ul> <b>Sozial- und Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students obtain and evaluate technical information, independently</li> <li>• Students practice and work in changing team constellations</li> </ul>					

#### Literaturhinweise

- Götz, J.: Sensors and Bus Systems – Script and detailed lab tutorials, THU, Stand WiSe23
- Regtien: Sensors for Mechatronics, Elsevier, 2018
- Fraden, J.: Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications, 5th Edition, Springer, 2015
- Tietze, U., Schenk, C., Gamm, E.: Electronic Circuits: Handbook for Design and Application, 2nd Edition, Springer, 2008
- Pallas-Areny, R.; Webster, J.: Sensors and Signal Conditioning, 2nd Edition, Wiley, 2012
- Marshall, P.S.; Rinaldi, J.S.: Industrial Ethernet. Third Edition, ISA, 2017
- Metter, M.; Bucher, R.: Industrial Ethernet in der Automatisierungstechnik. 2. Auflage, 2007.
- Zimmermann, Werner; Schmidgall, Ralf: Bussysteme in der Fahrzeugtechnik, Vieweg, 2014

Further bibliographical references are given within the lecture

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	
<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.1.3. Methoden der Regelungstechnik

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300052000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Pflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Methoden der Regelungstechnik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Die Regelungstechnik ist ein wichtiger Bestandteil der Automatisierungstechnik. Für besonders hohe Qualitäts- und Robustheitsansprüche von Automatisierungssystemen, insbesondere solche die in rauen Umgebungen eingesetzt werden und dem Einfluss von Störgrößen und starken Umwelteinflüssen (Modellunsicherheiten, Parameterschwankungen) unterliegen werden Regelkreise eingesetzt. Die Vertiefungsvorlesung vermittelt wichtige, erweiterte Werkzeuge und Methoden dieses Fachgebiets.					
<b>Inhalt</b> Erweiterte Kriterien/Werkzeuge zur Beurteilung von Regelkreisen, z.B. bzgl.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Performance</li> <li>• Stabilität</li> <li>• Robustheit</li> <li>• (Anti-)Windup</li> </ul> Entwurfsverfahren für Regelungen mit zwei Freiheitsgraden zur Verbesserung des Gesamtverhaltens, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entkopplung von Sollwert- und Störverhalten</li> <li>• Entwurf von Regelungen mit Vorsteuerungen (z.B. mit Führungsfilter sowie Modellfolgeregelung)</li> <li>• Modellbasierter Reglerentwurf</li> <li>• Störgrößenaufschaltung</li> <li>• Führungsfilter</li> </ul> „Moderne“ Reglerentwurfsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung von Systemen im Zustandsraum (u.a. Ein- und Mehrgrößensysteme) und Werkzeuge</li> <li>• Entwurf von Zustandsreglern (u.a. Steuerbarkeit, Polvorgabe etc.)</li> <li>• Entwurf von Beobachtern (u.a. Beobachtbarkeit, Separationstheorem)</li> <li>• Erweiterungen Zustandsregelung</li> </ul> Zeitdiskrete Regelungen, u.a.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besonderheiten zeitdiskreter Modelle/Regelungen (u.a. Bedeutung von Echtzeitsystemen sowie Modelle für zeitdiskrete Regler/Systeme)</li> <li>• Werkzeuge zur zeitdiskreten Analyse und Auslegung von digitalen Regelungssystemen</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verbreitern ihre Kenntnisse der Regelungstechnik um weitere wichtige Begriffe und Konzepte der Regelungstechnik und können diese erläutern.</li> <li>• Studierende benennen Elemente von modernen (auch Mehrgrößen-) Reglerentwurfsverfahren und sind in der Lage diese Verfahren zu erläutern und entsprechende Regler auszulegen</li> <li>• Studierende können geeignete Modelle (SISO und MIMO, zeitkontinuierlich und zeitdiskret) und Entwurfsverfahren für erweiterte, gegebene Regelprobleme auswählen und anwenden</li> <li>• Die Studierenden verbreitern und vertiefen Kenntnisse und Analysen hinsichtlich Stabilität und Stabilitätsreserve(n) gegenüber der Grundlagenvorlesung und können diese nun auch auf Mehrgrößensysteme anwenden und bewerten</li> <li>• Studierende kennen die besonderen Herausforderungen und Lösungsansätze für den Entwurf von Regelungen mit zwei Freiheitsgraden (verschiedene Varianten), können diese vergleichend erläutern und sicher auslegen</li> <li>• Die Studierenden kennen und benennen die speziellen Anforderungen, Modelle, Werkzeuge und Besonderheiten für digitale (zeitdiskrete) Regelungen und können diese erläutern und für den Reglerentwurf anwenden</li> </ul>					



- Die Studierenden wenden Werkzeuge zur zeitdiskreten Analyse und Auslegung von Regelsystemen sicher an
- Lern- und Methodenkompetenz**
- Studierende sind in der Lage Komponenten eines dynamischen Systems mit geeigneten mathematischen Methoden zu modellieren sowie u.a. in gängigen Simulationsprogrammen (MATLAB/Simulink) zu simulieren und zu analysieren
  - Studierende können zeitdiskrete Regler auch in (anderen) Programmiersprachen implementieren

**Sozial- und Selbstkompetenz:**

- Studierende beschaffen und bewerten eigenständig technische Informationen.
- Studierende üben und arbeiten in wechselnden Teamkonstellationen

**Literaturhinweise**

- Lux, M.: Methoden der Regelungstechnik – Eigenes Lückenskript, THU WS23/24
- Schumacher, W.: Erweiterte Methoden der Regelungstechnik, Vorlesungsskript TU Braunschweig, [https://srv.ifr.ing.tu-bs.de/static/files/lehre/vorlesungen/rt1/Skript\\_EMDR.pdf](https://srv.ifr.ing.tu-bs.de/static/files/lehre/vorlesungen/rt1/Skript_EMDR.pdf)
- Vaccaro, R. J. : Digital Control – A State Space Approach, McGraw-Hill, Inc., 1995
- Föllinger, O.: Regelungstechnik, 12. Auflage, VDE Verlag, 2016
- Lunze, J.: Regelungstechnik 2, 9. Auflage, Springer, 2016
- Dorf, R.C. und Bishop R.H.: Moderne Regelungssysteme, 10. Auflage. Pearson Studium Verlag, 2006

Weitere Literaturangaben erfolgen ggf. im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung

Lehr- und Lernform	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform	Klausur (90 min)		Vorleistung	
Vorausgesetzte Module	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium, Module des Praktikums			
Modulumfang	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.1.4. Aktorsysteme

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300051000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Pflichtmodul	Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Aktorsysteme					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Aktoren oder Aktuatoren sind sprichwörtlich die Motoren der Industrie-Automation. Je nach Ansteuerart unterscheiden sie sich in der Komplexität (und Intelligenz) ihrer inneren Struktur und es gibt ein weites Anwendungsfeld und ein breites Spektrum unterschiedlicher Wirkprinzipien.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffsdefinition und (System-)Grenzen eines Aktorsystems</li> <li>• Überblick über die wichtigsten Aktor-Wirkprinzipien, u.a.:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrostatisch</li> <li>- Elektromagnetisch</li> <li>- Piezoelektrisch</li> <li>- Pneumatisch</li> <li>- Unkonventionelle Aktoren</li> </ul> </li> <li>• Modellierung, Spezifikation und Einsatz verschiedener Aktor-Varianten, u.a. aus regelungstechnischer Sicht bzw. für eine dynamische Simulation der Systeme.</li> <li>• Energiespeichersysteme für mobile Aktorsysteme</li> <li>• Sensoren und deren Signalverarbeitung für ausgewählte Messgrößen typischer Aktorsysteme</li> <li>• Technische Mechanik und Dynamik von Aktor-/Antriebssystemen (u.a. auch mehrachsige Kopplungen)</li> <li>• Einsatz und Auslegung einzelner Aktorsysteme</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden auf Grund einer vertieften Ausbildung im Zusammenwirken technischer Systeme Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen über die Einsatzbereiche elektrostatischer, elektromagnetischer, piezoelektrischer, pneumatischer und unkonventioneller Aktorsysteme. Ein Aktorsystem umfasst sowohl den eigentlichen Aktuator mit seinen typischen Charakteristika als auch die zugehörige Sensorik, ggf. Ansteuerung und Regelung, elektromechanische Anpasselemente sowie (ggf.) Energiespeicher. Einzelne spezielle Anforderungen werden vertieft, wie z.B. sichere Antriebssysteme und Varianten.					
<b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktorprinzipien erklären und die zugehörigen Übertragungseigenschaften berechnen können</li> <li>• Wirkweise und Signale typischer Sensoren erklären und weiterverarbeiten können</li> <li>• Typische Sensorsysteme erklären und entsprechend des Anwendungsfalls bewerten können</li> <li>• Stationäres und dynamisches Verhalten verschiedener Antriebskonzepte analytisch und deterministisch zu erfassen und durch mathematische Modelle zu beschreiben.</li> </ul>					
<b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenngrößen in Datenblättern verstehen und Diagramme interpretieren können</li> <li>• Aktoren auswählen und für das Einsatzgebiet bewerten zu können</li> <li>• Die einzelnen Teilkomponenten eines Aktorsystems auslegen und bewerten zu können.</li> <li>• Sensoren auswählen, kalibrieren und Störgrößeneinfluss quantifizieren können</li> <li>• Komplexe technische Systeme analysieren, abstrahieren und modellieren können – u.a. in gängigen Simulationsprogrammen wie MATLAB/Simulink (und Simscape)</li> </ul>					
<b>Sozial- und Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende beschaffen und bewerten eigenständig technische Informationen.</li> <li>• Studierende üben und arbeiten in wechselnden Teamkonstellationen</li> </ul>					

#### Literaturhinweise

- Lux/Gölz: Aktorsysteme – Eigenes Lückenskript, THU WS22/23
- Hagl, R.: Elektrische Antriebstechnik, 3. Auflage, Springer Vieweg, 2021
- Roddeck, W.: Einführung in die Mechatronik, 6. Auflage, Springer, 2019
- Janocha, H.: Unkonventionelle Aktoren, 2. Auflage, Oldenburgverlag, 2013
- R. Ballas et. al.: Elektromechanische Systeme der Mikrotechnik und Mechatronik, Springer, 2009
- Hesse, Stefan; Schnell, Gerhard: Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation. 7. Auflage. Vieweg Verlag, 2018
- Basler, S.: Motorfeedbacksysteme und Encoder. Winkellage und Drehzahlerfassung in der industriellen Automation, Springer Vieweg, 2016

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	
<b>Vorausgesetzte Module</b>	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium, Module des Praktikums			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.2. Schwerpunkt Fahrzeugsysteme

### 3.2.1. Sensoren und Bussysteme

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300054000	5	Deutsch	3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	Pflichtmodul	Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Sensoren und Bussysteme					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Nahezu alle technischen Systeme müssen hinsichtlich ihres Zustandes überwacht werden. Üblicherweise werden hierzu Sensoren eingesetzt, die nichtelektrische oder elektrische Messgrößen erfassen und in standardisierte elektrische Ausgangssignale wandeln. Abhängig von der Grenze des Systems Sensors können neben der eigentlichen Wandlung der Messgröße in ein elektrisches Signal, die Aufgaben Signalanpassung, Filterung, Digitalisierung und Standardisierung/Codierung durch den Sensor übernommen werden. Die Vermittlung des Verständnisses der grundlegenden Funktionen dieser so genannten Messkette eines Busfähigen Sensors stehen im Fokus dieser Lehrveranstaltung.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Messtechnik basierend auf der DIN 1319-Teil3</li> <li>Sensor als Übertragungssystem: statisches Übertragungsverhalten und Fehlerbeschreibung, Messkette und Sensorstrukturen</li> <li>Messsignalverarbeitung: Typische Anpassschaltungen für aktive und passive Sensoren sowie Analoge Filter</li> <li>Digitalisierung und Analog/Digital-Wandler und Digital/Analog-Wandler</li> <li>Sensorprinzipien: Klassifizierung und Wandlungsprinzipien: resistiv, induktiv, kapazitiv und piezoelektrisch</li> <li>Typische Messgrößen der Automatisierungs- und Prozessmesstechnik</li> <li>Bussysteme im Automotive-Umfeld: CAN, ZigBee, FlexRay, Ethernet</li> <li>Bussysteme in der Automatisierungs- und Prozesstechnik: ASI, CAN, CANopen, PROFIBUS, Ethernet, Profinet, EtherCAT</li> <li>Anschaltbaugruppen, Gateways, Grundlagen sicherer Bussysteme</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Messtechnische Kenngrößen wie Empfindlichkeit, Auflösung und Messunsicherheit kennen und berechnen können</li> <li>(statisches) Übertragungsverhalten von Sensoren beschreiben und ermitteln können (auch Fehlerbeschreibung)</li> <li>Typische Anpassschaltungen für aktive Sensoren kennen und auslegen können: Fokus Verstärkerschaltungen, Brückenkonfiguration und Zählerschaltungen</li> <li>Einfache Filtertopologien abhängig vom Einsatzzweck auswählen und dimensionieren können</li> <li>Funktionsblöcke von Analog/Digital- und Digital/Analog-Wandlern verstehen</li> <li>Messeffekte erklären und die zugehörigen Übertragungseigenschaften berechnen können</li> <li>Grundlegende Computerbusse in den verschiedenen Arbeitsfeldern verstehen und anwenden</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Signaltheoretische Grundlagen im Kontext Sensortechnik anwenden können: Frequenzganganalyse, Weiterverarbeitung von Sensorsignalen (analog und digital)</li> <li>Kenngrößen in (Sensor-)Datenblättern verstehen und Diagramme interpretieren können</li> <li>Sensoren kalibrieren und Störgrößeneinfluss quantifizieren können</li> <li>Rechnergestützt Filter designen können</li> <li>Anschaltbaugruppen und Gateways unterscheiden, verstehen und projektieren</li> </ul> <b>Sozial- und Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Studierende beschaffen und bewerten eigenständig technische Informationen.</li> <li>Studierende üben und arbeiten in wechselnden Teamkonstellationen</li> </ul>					

#### Literaturhinweise

- Böker/Gölz: Sensoren und Bussysteme – Eigenes Lückenskript, THU WS22/23
- Tietze, U., Schenk, C., Gamm, E.: Halbleiter-Schaltungstechnik, 16. Auflage, Springer Verlag, 2019
- Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik – Analoge, digitale und computergestützte Verfahren. 7. Auflage. Springer Verlag, 2016
- Schrüfer, Elmar et al.: Elektrische Messtechnik – Messung elektrischer und nichtelektrischer Größen. Carl Hanser Verlag, 2018
- Hesse, Stefan; Schnell, Gerhard: Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation. 7. Auflage. Vieweg Verlag, 2018
- Reif, Conrad (Hrsg.): Sensoren im Kraftfahrzeug. Bosch Fachinformation Automobil. 1. Auflage. Vieweg & Teubner, 2010
- Marshall, P.S.; Rinaldi, J.S.: Industrial Ethernet. Third Edition, ISA, 2017
- Metter, M.; Bucher, R.: Industrial Ethernet in der Automatisierungstechnik. 2. Auflage, 2007.
- Zimmermann, Werner; Schmidgall, Ralf: Bussysteme in der Fahrzeugtechnik, Vieweg, 2014

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	
<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.2.2. Fahrwerkstechnik

<b>Modulkürzel</b> MB2300053000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Fahrwerkstechnik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b>					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mechanische Grundlagen (Kinematik, Kinetik)</li><li>• Längsdynamik (längsgerichtete Kräfte am Fahrzeug)</li><li>• Reifenverhalten (Rad-Strasse-Kontakt)</li><li>• Bremsen und Bremskraftverteilung</li><li>• Aufbau und Funktionsweise ABS</li><li>• Komponenten und Berechnung der Vertikaldynamik</li><li>• Querkräfte am Rad und am Fahrzeug</li><li>• Einspurmodell</li><li>• Berechnung und Simulation Längs-, Vertikal- und Querdynamik</li></ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Komponenten der Fz-Vertikalbewegung benennen, deren Funktionsweise beschreiben und im Rahmen einer Modellbildung kinetische und kinematische Grundlagen anwenden.</li><li>• Krafteinwirkungen auf die Längsbewegung am Fahrzeug benennen, berechnen und potentiale der CO2-Einsparung identifizieren und bewerten.</li><li>• Kraftübertragung am Rad-Straße-Kontakt beschreiben, berechnen und Einflüsse benennen.</li><li>• Die dynamische Veränderung der Aufstandskraft an der Hinter- und Vorderachse berechnen und anhand eines BKV-Diagramms die optimalen Bremskräfte identifizieren</li><li>• Den Aufbau und die Funktionsweise eines ABS beschreiben und den Ablauf der Drucksteuerung und -Adaption beschreiben.</li><li>• Querkräfte am Rad und am Fahrzeug erläutern und anhand der Dynamikgleichungen ein Einspurmodell herleiten</li><li>• Modelle für Längs-, Quer- und Vertikaldynamik</li></ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Eigenes Skript.</li><li>• Mitschke, Wallentowitz: Dynamik der Kraftfahrzeuge. Springer, 2004.</li><li>• Willumeit: Modelle und Modellierungsverfahren in der Fahrzeugdynamik. Teubner, 1998.</li></ul> <p>Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.</p>					
<b>Lehr- und Lernform</b>		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>		Klausur (90 min)	<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit	
<b>Aufbauende Module</b>		Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
<b>Modulumfang</b>		Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.2.3. Automotive Engineering

<b>Modulkürzel</b> MB2300055000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Automotive Engineering					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Einstieg in Automotive Engineering und in die dafür benötigten Methoden und Prozesse.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Automotive EE-Entwicklungsprozess</li><li>• Managementprozesse in der EE-Entwicklung</li><li>• Requirements Engineering</li><li>• Requirements Management</li><li>• Modellbasierte Systementwicklung</li><li>• Konfigurations- und Änderungsmanagement</li><li>• Messen und Bewerten</li><li>• Verteilte Entwicklung</li><li>• Hardware-in-the-Loop-Tests</li><li>• Applikation von Steuergeräten</li><li>• Projektmanagement</li><li>• Agile Prozesse</li><li>• Zuverlässigkeit und Sicherheit</li></ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"><li>• die Bedeutung des Automotive Systems &amp; Software Engineering verstehen,</li><li>• das Zusammenwirken von mechanischen, elektrischen und elektronischen Systemen in modernen Fahrzeugen nachvollziehen,</li><li>• Methoden und Werkzeuge zum Umgang mit hoher Komplexität bei der Entwicklung von KFZ-Elektrik und -Elektronik Benennen,</li><li>• den Automotive EE-Entwicklungsprozess sowie die Managementprozesse in der EE-Entwicklung begreifen,</li><li>• Anforderungen erheben, analysieren und managen,</li><li>• die Vorteile einer modellbasierten Systementwicklung erkennen,</li><li>• die Bedeutung von Hardware-in-the-Loop-Tests nachvollziehen,</li><li>• die wichtigen Aspekte bei der Applikation von Steuergeräten verstehen,</li><li>• die Zuverlässigkeit und Sicherheit von Systemen analysieren.</li></ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einschätzen der eigenen analytischen und konzeptionellen Fähigkeiten</li></ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Präsentationsfolien und Vorlesungsunterlagen der Dozenten und Dozentinnen zur jeweiligen Vorlesung.</li></ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>		Klausur (90 min)	<b>Vorleistung</b>		
<b>Vorausgesetzte Module</b>		Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Basisstudium.			



	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium, Module des Praktikums			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.2.4. Autonomous Driving

<b>Modulkürzel</b> MB2300097000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Englisch	<b>Semester</b> 6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Autonomous Driving					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Entry into autonomous driving and the technologies required for it, such as sensors, processing and actuators.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction autonomous driving and ADAS, SAE levels and milestones.</li> <li>• Camera based environment sensing</li> <li>• Image processing</li> <li>• Safety systems</li> <li>• Machine Learning Methods</li> <li>• Cyber Security for ADAS/AD</li> <li>• Connected Car - fundamentals, technologies and architectures</li> <li>• Braking systems and steering actuators</li> <li>• Active sensors, automotive radar and lidar sensor technology</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Be able to name systems in the automobile for increasing active and passive safety.</li> <li>• Be able to name the components required for autonomous driving, such as sensors and actuators.</li> <li>• Be able to classify automation functions in terms of SAE levels (degrees of automation).</li> <li>• Be able to select sensors for specific requirements and evaluate their suitability.</li> <li>• Know and apply methods of image processing.</li> <li>• Be able to reproduce special procedures and transmission standards for vehicle radio systems.</li> <li>• Calculate the required level / antenna gain for a radio link.</li> <li>• Name and select machine learning methods for object recognition and classification tasks.</li> <li>• Know and describe cyber security requirements and regulations.</li> <li>• Know and describe the operation and design of braking systems and steering actuators.</li> <li>• Be able to describe functionality and performance parameters of automotive radar sensors and lidar sensors.</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assessing individual analytical and conceptual skills</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Own lecture notes.</li> <li>• Hermann Winner, Stephan Hakuli , Felix Lotz, Christina Singer (Editors) : „Handbook of Driver Assistance Systems - Basic Information, Components and Systems for Active Safety and Comfort“, Springer Cham, 2016.</li> <li>• Anestis Terzis (Herausgeber): „Handbook of Camera Monitor Systems - The Automotive Mirror Replacement Technology based on ISO 16505, Springer, 2016.</li> </ul> <p>Further literature references will be given in the context of the respective actual realization of the course.</p>					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>		

<b>Vorausgesetzte Module</b>	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium, Module des Praktikums			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.3. Schwerpunkt High Speed Electronics

### 3.3.1. Hochfrequenztechnik

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300047000	5	Deutsch	3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	Pflichtmodul	Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Hochfrequenztechnik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Die klassischen Themen der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik gewinnen zunehmend an Bedeutung in vielen Gebieten der Elektrotechnik und Elektronik. Dies trifft unter anderem auf die Entwicklung schneller Digitalschaltungen oder Mixed-Signal Baugruppen, auf die Verwendung von "off the shelf" Funkmodulen in unterschiedlichsten Baugruppen, auf die Auslegung von Bussystemen oder auf den Bereich schnell getakteter Schaltungen der Leistungselektronik zu. Die Funktechnik ist daneben weiterhin ein zentraler Bestandteil der Hochfrequenztechnik. Die Nutzung des Frequenzspektrums wurde über die letzten Jahrzehnte stetig zu höheren Frequenzen hin erweitert. Funkkommunikations- und Radaranwendungen nutzen heute Frequenzbereiche bis über 100GHz. Schließlich kann die Verkopplung von elektrischen und elektronischen Baugruppen durch (ungewollte) Abstrahlung elektrischer, magnetischer oder elektromagnetischer Felder - ein Aspekt der so genannten Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) - als weiteres wichtiges Teilgebiet der Hochfrequenztechnik angesehen werden. Als Pflichtmodul im Studienschwerpunkt High Speed Electronics, vermittelt das Modul die Grundlagen der Hochfrequenztechnik mit Schwerpunkt auf Beschreibung, Analyse und Entwurf von linearen Baugruppen. Das Modul baut auf die Module Elektrotechnik 1 und Elektrotechnik 2 auf und stellt die Bezüge zu den Modulen Elektronik und Elektromagnetische Verträglichkeit her.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrisch lange Netzwerke - Phänomenologie der Signalausbreitung bei hohen Frequenzen</li> <li>• Grundbegriffe der elektromagnetischen Feldtheorie</li> <li>• Wellenausbreitung auf einer idealen Bandleitung</li> <li>• Leitungstheorie</li> <li>• Beschreibung von Einschwingvorgängen mit Hilfe des Wellenfahrplans</li> <li>• Spektrumanalyse - Charakterisierung von Signalen im Frequenzbereich</li> <li>• S-Parameter - Beschreibung von Hochfrequenz-Schaltungen durch Wellengrößen</li> <li>• Netzwerkanalyse</li> <li>• Leitungsbaulemente</li> <li>• Einführung in das Smith-Diagramm</li> <li>• Grundlagen der Antennentechnik</li> <li>• Entwurf von Anpassungsschaltungen im Smith-Diagramm</li> </ul> Laborübungen zu den Themengebieten Impulsausbreitung auf Leitungen, Spektrumanalyse, Netzwerkanalyse, Messleitung sowie Entwurf und Simulation von Mikrostreifenleitungsfiltern.					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Methoden zur Beschreibung der Wellenausbreitung auf technischen Leitungen anwenden und das Hochfrequenzverhalten von Leitungskonfigurationen bei sinusförmiger Anregung berechnen,</li> <li>• die Impulsausbreitung auf Leitungen mit Hilfe des Wellenfahrplans analysieren,</li> <li>• das Smithdiagramm zur Analyse von Hochfrequenzschaltungen und S-Parametermessungen einsetzen,</li> <li>• Anpassungsschaltungen mit Hilfe des Smithdiagramms entwerfen und dimensionieren,</li> </ul>					

- die Methoden der Spektrumanalyse und der Netzwerkanalyse erläutern, sie einsetzen sowie deren Ergebnisse für einfache Signale bzw. Schaltungen interpretieren und
- passive Schaltungen der Hochfrequenztechnik mit Hilfe eines CAD Tools entwerfen und simulieren.

#### **Lern- und Methodenkompetenz**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- Herleitungen von Gesetzen der Hochfrequenztechnik nachvollziehen und erklären,
- die Modellierung technischer Systeme auf Schaltungen und Baugruppen der Hochfrequenztechnik anwenden, insbesondere mittels geeigneten Ersatzschaltbildern und Signalflussdiagrammen,
- die wesentlichen Grundsätze für die Realisierung hochfrequenztechnischer Messaufbauten erfolgreich in der Praxis anwenden sowie
- die grundsätzliche Erweiterung von Schaltungssimulationen um elektrisch lange Netzwerke erläutern und auf einfach Beispiele anwenden.

#### **Literaturhinweise**

- R. Münzner, Hochfrequenztechnik - Grundlagen & Messtechnik, Elemente der Mikrowellentechnik, Manuskript zur Vorlesung, THU, 2025.
- H. Heuermann: Hochfrequenztechnik - Komponenten für High-Speed- und Hochfrequenzschaltungen. Springer Vieweg, 2018.
- J.F. White: High Frequency Techniques - An Introduction to RF and Microwave Engineering. Wiley IEEE Press, 2016.
- Ch. Bowick, Ch. Ajluni, J. Blyler: RF Circuit Design. Newnes, 2011.
- M. Thumm, W. Wiesbeck, S. Kern: Hochfrequenzmesstechnik - Verfahren und Messsysteme. Teubner, 1998
- O. Zinke, H. Brunswig: Hochfrequenztechnik 1 und 2. Springer, 1999.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

Lehr- und Lernform	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform	Klausur (90 min)	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
Modulumfang	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.3.2. Digitale Schaltungen und Systeme

<b>Modulkürzel</b> MB2300046000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Digitale Schaltungen und Systeme					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Aufbauend auf Digitaltechnik 1 und 2 erfolgt eine erweiterte Betrachtung beim Entwurf und der Simulation komplexer digitaler Schaltungen und Systeme.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• High-Level Synthese und high-level Simulation komplexer Digitalschaltungen (Schwerpunkt FPGA)</li> <li>• Hardware-Software-Codesign</li> <li>• Einsatz von CAD-Werkzeugen für Entwurf und Synthese komplexer digitaler Schaltungen</li> <li>• Speicher-Management</li> <li>• Clock-Management (Signalintegrität, Clock-Verteilung)</li> <li>• Design digitaler Schnittstellen (Signalintegrität und Entzerrung, LVDS, Serializer-Deserializer)</li> <li>• Implementierung von Analog-Digital-Schnittstellen (Parameter, Auswahl, DDS)</li> <li>• Messtechnik: Logikanalyse, Mixed Signal Analyse</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Einsatz von High-Level Synthese und high-level Simulation für komplexe Digitalschaltungen (Schwerpunkt FPGA) bewerten,</li> <li>• das Prinzip von Hardware-Software-Codesign beschreiben,</li> <li>• komplexe digitale Schaltungen (Schwerpunkt FPGA) unter Einsatz von CAD-Werkzeugen entwerfen und synthetisieren</li> <li>• Speicher-Management und Clock-Management-Schaltungen (einschließlich der Clock-Verteilung) entwerfen und bezüglich der Signalintegrität für schnell getaktete Signale bewerten und dimensionieren</li> <li>• digitale Schnittstellen unter Berücksichtigung der Signalintegrität entwerfen und die dafür benötigten Serializer-Deserializer, Entzerrer und LVDS-Komponenten bewerten und auslegen,</li> <li>• Analog-Digital-Schnittstellen charakterisieren, Komponenten auswählen und auslegen,</li> <li>• die Signalerzeugung nach der Methode der DSS (direkt digitalisierende Synthese) analysieren,</li> <li>• den Umgang mit der Messtechnik: Logikanalyse, Mixed Signal Analyse.</li> </ul>					
<b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschätzen der eigenen analytischen und konzeptionellen Fähigkeiten</li> </ul>					
<b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsames Lernen und Zusammenarbeiten im Team</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenes Skript.</li> <li>• F. Kesel, R. Bartholomä: Entwurf von digitalen Schaltungen und Systemen mit HDLs und FPGAs. 4. Aufl., De Gruyter Oldenbourg Verlag, 2018.</li> <li>• P. J. Ashenden: The designer's guide to VHDL. Morgan Kaufmann Publishers, 2008.</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>		

<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h



### 3.3.3. Electromagnetic Compatibility

<b>Modulkürzel</b> MB2300094000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Englisch	<b>Semester</b> 6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Nur Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Electromagnetic Compatibility					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> <p>Electrical and electronic assemblies in modern control, regulation or production systems, in aircraft and motor vehicles or even in data processing systems exhibit an increasing packing density. The spatial proximity of electronic assemblies, the constantly increasing clock and data rates of digital assemblies and line-bound communication systems, the increasing clock rates of switched power electronic assemblies and the almost complete utilization of the frequency spectrum up into the GHz range for communication applications via radio lead to constantly increasing problems of mutual electromagnetic interference of electrical and electronic assemblies and devices. Therefore, all devices containing electrical components must be developed and tested according to EMC aspects in accordance with the EMC law. The lecture is thus aimed at all future engineers involved in the development, planning or installation of electrical equipment or systems.</p> <p>As a compulsory module in the Power Electronics and Power Engineering major, the module teaches the fundamentals of electromagnetic compatibility with a focus on the analysis and interference suppression of EMC problems in combination with suitable modeling and metrological investigations. The module builds on the modules Electrical Engineering 2 and Electronics and Power Electronics.</p>					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of EMC and legal framework</li> <li>• EMC-compliant design with regard to high-frequency interference - An introduction</li> <li>• EMC measurement technology for emitted interference and immunity in the RF range</li> <li>• Mains disturbances and power quality - EMC in the 50Hz mains and at high powers</li> <li>• Linear and non-linear EMC components</li> <li>• EMC on the printed circuit board: design guidelines, design of low-interference circuits</li> <li>• EMC of high speed bus systems for automotive applications</li> </ul> <p>Laboratory exercises on power integrity, signal integrity, noise emission and interference suppression of power electronic circuits, shielding, noise immunity testing, and power system disturbances.</p>					
<b>Lernergebnisse</b> <p>Students acquire the following competencies:</p> <b>Fachkompetenz</b> <p>After successful completion of the module, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the importance of electromagnetic compatibility in today's technical environment,</li> <li>• apply the basic principles of EMC-compliant design and construction of electronic circuits, power electronics and electrical systems to simple cases,</li> <li>• analyze and measure the electromagnetic coupling of electrical and electronic assemblies and systems,</li> <li>• apply the methods of metrological recording of interference emission for standard-compliant and pre-compliance measurements as well as interpret corresponding measurements,</li> <li>• assess the immunity of electronic circuits to interference and validate it by measurement,</li> <li>• assess and metrologically validate the signal integrity of electrical communications systems,</li> <li>• use filters and shielding measures to improve the EMC properties of modules and systems in simple cases and check their effect, and</li> <li>• assess the interaction of systems operated on the electrical supply network and interpret corresponding measurements.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b>					

After successful completion of the module, students will be able to

- summarize complex problems, which encompass various sub-disciplines of electrical engineering, within the framework of suitable, highly simplified modeling and derive suitable improvement measures from this modeling (here: for the EMC behavior of the assemblies under consideration) as well as
- develop targeted technical solutions for complex problems (here: with regard to the EMC behavior of electronic assemblies) in the interplay of metrological investigations and theoretical considerations.

#### Literaturhinweise

- Lecture Notes Electromagnetic Compatibility, THU, 2025
- Williams, T.: EMC for Product Designers. Newnes, 2016
- Paul, C.R.: Introduction to Electromagnetic Compatibility. Wiley, 2022
- Ott, H.: Electromagnetic Compatibility Engineering. John Wiley & Sons, 2009

Further literature references will be given in the context of the current implementation of the course.

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	
<b>Vorausgesetzte Module</b>	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium, Module des Praktikums			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.3.4. Schaltungen der Kommunikationstechnik

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300048000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Pflichtmodul	Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Schaltungen der Kommunikationstechnik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Die empfangs- und sendeseitigen Front-End Schaltungen der Kommunikationstechnik haben entscheidenden Einfluss auf die Leistungsdaten von Übertragungssystemen und stellen damit eine Brücke zwischen den Schwerpunkten High-Speed-Elektronik und Kommunikationssysteme dar.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blockschaltbilder der Front-Ends von digitalen und RF-Übertragungssystemen.</li> <li>• Rauschen: Rauschmechanismen, Rauschmodelle, Rechnen mit Rauschgrößen.</li> <li>• Methoden der Rückkopplung von Verstärkerschaltungen (Stabilität, Frequenzgangskompensation)</li> <li>• Eingangsstufen (Low Noise Amplifiers – LNA): Verstärkung, Rauschen, Stabilität.</li> <li>• Nichtlineare Systeme (1-dB-Kompressionspunkt, IP3).</li> <li>• Mischer und Multiplizierer: Grundlagen, Kenndaten, Architekturen (Diodenmischer, Schaltmischer, Gilbert-Mischer).</li> <li>• Leistungsverstärker (Class A, Class AB, Class B Gegentakt-Stufe, Class D): Linearität versus Wirkungsgrad.</li> <li>• Analoge Filter: aktive und passive RC und LC-Filter (Grundprinzipien, Anwendungsbereiche, Dimensionierungskriterien), alternative Filtertechnologien.</li> <li>• Systemauslegung von RF-Front-Ends: Frequenz- und Pegelplan, Rauschzahl.</li> <li>• Phase-Locked-Loops: Blockschaltbild, Grundprinzip (Analoge PLL mit sinusförmigem Phasendetektor), Kenndaten (Fangbereich, Settling time), Schaltungsblöcke (PFD, Ladungspumpe, Schleifenfilter, VCO), Fractional-N PLL.</li> <li>• A/D- und D/A-Umsetzer</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> Die Studentinnen und Studenten .. <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren und dimensionieren Front-Ends von digitalen und RF-Übertragungssystemen anhand von Blockschaltbildern,</li> <li>• berechnen Rückkopplungen und beurteilen die Stabilität rückgekoppelter Schaltungen,</li> <li>• verstehen die Eigenschaften unterschiedlicher Leistungsverstärkerklassen und beurteilen deren Vor- und Nachteile in unterschiedlichen Anwendungen,</li> <li>• beurteilen Grenzen von Verstärkern hinsichtlich Auflösung, Aussteuerbereich und Wirkungsgrad.</li> <li>• können unterschiedliche Mischerkonzepte bewerten und auslegen,</li> <li>• sind in der Lage, unterschiedliche Filterkonzepte zu bewerten und Filter zu dimensionieren,</li> <li>• analysieren Phase Locked Loops und wenden sie in unterschiedlichen Applikationen an,</li> <li>• bewerten die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen A/D- und D/A-Umsetzer Architekturen und entscheiden, welche Architektur für eine gegebene Anwendung geeignet ist.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse und Dimensionierung von Front-Ends von digitalen und RF-Übertragungssystemen durch Anwendung mathematischer Methoden.</li> <li>• Rechnerunterstützte Analyse und Entwicklung von Komponenten für RF-Front-Ends.</li> <li>• Verstehen und nutzen von Datenblättern und Analyse von Simulationsmodellen elektronischer Bauelemente für RF-Front-Ends.</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b>					

- Eigene analytische und konzeptionelle Fähigkeiten einschätzen und auf benachbarte Bereiche übertragen.

**Sozialkompetenz:**

- Gemeinsames Erarbeiten von Problemlösungen im Team.
- Übernahme und umsetzen einer funktionalen Rolle in einem Entwicklungsteam.

**Literaturhinweise**

- Eigenes Skript sowie Übungsaufgaben und Musterlösungen.
- Paul R. Gray, Paul J. Hurst, Stephen H. Lewis und Robert G. Meyer. Analysis and Design of Analog Integrated Circuits. Wiley, 2009. ISBN: 978-0470245996.
- F. Gardner: Phaselock Techniques. John Wiley & Sons, 2005, ISBN: 978-0471430636.
- B.P. Lathi, Zh. Ding: Modern Digital and Analog Communications Systems. Oxford University Press, 2022, ISBN: 9780190686864.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	
<b>Vorausgesetzte Module</b>	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium, Module des Praktikums			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.4. Schwerpunkt Internet of Things und KI

### 3.4.1. Datenbanken

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300059000	5	Deutsch	3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	Pflichtmodul	Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Datenbanken					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Umgang mit Daten in kleinen wie auch größeren Softwaresystemen oder Embedded Architekturen ist eine zentrale Anforderung an Absolventen im Bereich Elektro- und Informationstechnik. Insbesondere im Bereich Internet of Things ist die geeignete und effiziente Speicherung von Daten wesentlich, um sie dann auch für Anwendungen des maschinellen Lernens nutzen zu können.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des relationalen Datenbankmodells</li> <li>• Entwurf von Datenbankschemata unter Einsatz der ER-Modellierung</li> <li>• Normalformen</li> <li>• Umsetzung von Beispieldatenbanken mittels SQL</li> <li>• Grundlagen von NoSQL Datenbanken</li> <li>• Entwurf von Datenbanken basierend auf JSON</li> <li>• Umsetzung von NoSQL Datenbanken</li> <li>• Zeitreihen in Datenbanken</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen der Konzepte von relationalen Datenbanken</li> <li>• Entwickeln von relationalen Datenbankmodellen und umsetzen in einem gängigen Datenbankmodell</li> <li>• Verstehen der Konzepte der noSQL-Datenbanken</li> <li>• Kennen das Grundkonzept von verteilten Datenbanken</li> <li>• Erschließen des Zusammenhangs zwischen Konsistenz und Verteilung mit den jeweiligen Vor- und Nachteilen</li> <li>• Auswählen einer passenden Datenbank für ein gegebenes praktisches Problem im Bereich IoT</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwenden des Fachwissens anhand praktischer Aufgabenstellungen aus den Gebieten der Modellierung sowie der Datenbankprogrammierung, diskutieren und eigene Lösungsansätze entwickeln</li> <li>• Einsetzen und Bedienen von geeigneten Datenbanken im Bereich IoT unter Berücksichtigung der speziellen Anforderungen</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigene analytische und konzeptionelle Fähigkeiten einschätzen und weiterentwickeln</li> </ul> <b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsames Erarbeiten von Problemlösungen im Team</li> <li>• Übernahme und umsetzen einer Rolle in einem kleinen Entwicklungsteam</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenes Skript.</li> <li>• M. Kofler: Datenbanksysteme: Das umfassende Lehrbuch, Rheinwerk, 2022.</li> <li>• R. Steiner: Grundkurs Relationale Datenbanken: Einführung in die Praxis der Datenbankentwicklung für Ausbildung, Studium und IT-Beruf, Springer/Vieweg 2021</li> <li>• A. Meier, A. Kaufmann: SQL- &amp; NoSQL-Datenbanken, Springer, 2016</li> <li>• T. Kudraß, U. Störl, T. Rakow: NoSQL-Datenbanken, 2022</li> </ul>					

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung				
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit
<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.4.2. Distributed Systems

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300093000	5	Englisch	3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	Pflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Distributed Systems					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> This course teaches the basic skills and abilities of an electrical engineer in the field of distributed systems. Modern information systems, especially in the field of IoT, are spatially and logically distributed. The module defines the term distributed system, describes architectures and communication protocols typical for IoT systems. It enables the modeling and implementation of distributed applications with special attention to the classic protection objectives regarding IT security.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modeling of distributed systems</li> <li>• Basics: design goals, architecture types, reference models, network components</li> <li>• Processes, threads and virtualization of distributed systems</li> <li>• Communication: Sockets, TCP and UDP, Socket API, MQTT</li> <li>• Naming services: Namespaces and resolution, flat naming</li> <li>• Time, concurrency and coordination in distributed systems</li> <li>• Replication: introduction, quorums, broadcast replication</li> <li>• Consensus: Byzantine failures, blockchains, consensus mechanisms</li> <li>• IT security: general tasks, firewalls, NAT, cryptography</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Students will acquire the following competencies: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enumerate and describe the essential tasks and design goals of distributed systems.</li> <li>• Model, analyze and, if necessary, optimize distributed systems and their architecture</li> <li>• Design the communication of a computer network and realize it under laboratory conditions</li> <li>• Virtualize elements of a distributed system</li> <li>• Evaluate a distributed system according to important aspects of IT security</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematically determine errors and solve problems in distributed systems</li> <li>• Decompose complex tasks into subtasks and combine partial solutions into an overall solution</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assessing one's own analytical and conceptual skills</li> </ul> <b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actively participate in small groups and develop solutions together</li> <li>• Describe and present solutions as a team</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Own script.</li> <li>• Maarten van Steen and Andrew S. Tanenbaum. Distributed Systems. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017.</li> <li>• Christian Baun. Computernetze kompakt: Eine an der Praxis orientierte Einführung für Studium und Berufspraxis. Springer. 2020.</li> <li>• Kuros, Ross: Computer Networking: A Top-Down Approach, 2012.</li> </ul> Further literature references will be given in the actual conducted course.					



Lehr- und Lernform	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform	Klausur (90 min)		Vorleistung	Laborarbeit
Aufbauende Module	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			
Modulumfang	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 180h

### 3.4.3. Data Science und KI

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300060000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Pflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Data Science und KI					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Umgang und Nutzung von Daten in kleinen wie auch größeren Software oder Embedded Architekturen ist eine zentrale Anforderung an Absolventen der Elektro- und Informationstechnik. Insbesondere im Bereich Internet of Things ist es wichtig, die aus dem System erhaltenen Daten richtig zu bewerten und Mehrwert aus ihnen zu generieren, der zunehmend im Einsatz von Methoden der Künstlichen Intelligenz besteht.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Python für Machine Learning</li> <li>• Datenanalyse, Datenvorbereitung und Datenqualität</li> <li>• Tools und Methoden zur Datenanalyse und -bewertung</li> <li>• Algorithmen des unüberwachten Lernens</li> <li>• Verfahren des überwachten Lernens</li> <li>• Neuronale Netze</li> <li>• Feature Engineering</li> <li>• Qualitätsmetriken und Bewertung von Prognosen</li> <li>• Optimierung der Hyperparameter beim Maschinellen Lernen</li> <li>• Praktische Fragen, Probleme und Risiken beim Einsatz von Maschinellern Lernen</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beurteilen von vorhandenen Datenbasen für die Möglichkeiten und Qualität von Prognosen</li> <li>• Aufbereitung von Daten zur Bewertung und als Basis für Machine Learning</li> <li>• Auswählen und konfigurieren von Methoden zur Entscheidung von datenbasierten Fragestellungen</li> <li>• Anwenden von Algorithmen der Künstlichen Intelligenz und bewerten der erzielten Ergebnisse</li> <li>• Verstehen der mathematischen Prinzipien von grundlegenden Methoden der Künstliche Intelligenz</li> <li>• Einordnen von Prognosen im Rahmen der Problemfelder des Maschinellen Lernens</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwenden des Fachwissens anhand praktischer Aufgabenstellungen aus den Gebieten der KI</li> <li>• Diskutieren der verschiedenen Lösungsansätze und ableiten eines eigenen geeigneten Vorgehens für konkrete Problemstellungen</li> <li>• Einsetzen von geeigneten Algorithmen und Auslegung der Parameter</li> <li>• Bewertungskompetenz bei Ergebnissen von statistischen Verfahren des Maschinellen Lernens</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigene analytische und konzeptionelle Fähigkeiten einschätzen und weiterentwickeln</li> </ul> <b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsames Erarbeiten von Problemlösungen im Team</li> <li>• Erkennen von Gefahren, die der Einsatz von KI im Alltagsleben mit sich bringen kann</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenes Skript.</li> <li>• Giancarlo Fortino, A. Liotta, R. Gravina, A. Longheu (Hrsg.): Data Science and Internet of Things: Research and Applications at the Intersection of DS and IoT, 2021, Springer.</li> </ul>					

- J. Frochte: Maschinelles Lernen: Grundlagen und Algorithmen in Python, 2019, Hanser.
  - J. Grus: Einführung in Data Science: Grundprinzipien der Datenanalyse mit Python, 2019, O'Reilly.
  - W. Ertel: Grundkurs Künstliche Intelligenz. Eine praxisorientierte Einführung, 2016, Springer.
  - J. Howard, S.Gugger: Deep Learning for Coders with fastai & PyTorch: AI Applications Without a PhD, 2022, O'Reilly.
- Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	
<b>Vorausgesetzte Module</b>	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium, Module des Praktikums			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

#### 3.4.4. Edge Computing und KI

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300061000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Pflichtmodul	Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Edge Computing und KI					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Nutzung, Analyse und Entwicklung dezentraler Datenverarbeitungselemente am Rand des Netzwerks, der sogenannten Edge, ist eine Anforderung an Absolventen der Elektro- und Informationstechnik. Insbesondere im Bereich Internet of Things ist es wichtig, bereits am Rande des Netzwerks Operation wie die Erfassung, Aggregation, Aufbereitung und Analyse von Daten ausführen zu können.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der dezentralen Datenverarbeitung am Rand des Netzwerks, der sogenannten Edge</li> <li>• Entwurfsziele einer dezentralen Datenverarbeitung</li> <li>• Effiziente Datenvorbereitung und Betrachtungen zur Datenqualität</li> <li>• Analyse der Laufzeit- und Speicherkomplexität von Algorithmen und Neuronalen Netzwerken</li> <li>• Convolutional Neural Networks und Möglichkeiten diese zu optimieren</li> <li>• Design kompakter Neuronaler Netzwerke</li> <li>• Knowledge Distillation</li> <li>• Network Architecture Search (NAS)</li> <li>• Kompression von neuronalen Netzwerken</li> <li>• Optimierungsansätze beim Maschinellen Lernen</li> <li>• Deployment komplexer Algorithmen auf Edge Komponenten</li> <li>• Praktische Fragen, Probleme und Risiken beim Einsatz von Neuronalen Netzwerken auf Edge Komponenten</li> </ul>					
Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die wesentlichen Aufgaben und Entwurfsziele dezentralen Datenverarbeitungssysteme aufzuzählen und zu beschreiben</li> <li>• Edge Komponenten und ihre Architektur modellieren, analysieren und ggf. optimieren</li> <li>• Beurteilen von vorhandenen Datenbasen für die Möglichkeiten und Qualität von Prognosen</li> <li>• Auswählen und konfigurieren von Methoden zur Entscheidung von datenbasierten Fragestellungen</li> <li>• Anwenden von Algorithmen der Künstlichen Intelligenz und bewerten der erzielten Ergebnisse</li> <li>• Bewertung und Einsatz komplexer Algorithmen auf Edge Komponenten</li> <li>• Lern- und Methodenkompetenz</li> <li>• Anwenden des Fachwissens anhand praktischer Aufgabenstellungen aus den Gebieten EdgeComputing und KI</li> <li>• Komplexe Aufgaben in Teilaufgaben zerlegen und Teillösungen zu einer Gesamtlösung kombinieren</li> <li>• Einsetzen und bewerten von geeigneten Algorithmen und Auslegung der Parameter</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschätzen der eigenen analytischen und konzeptionellen Fähigkeiten</li> </ul> <b>Sozialkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sich aktiv in Kleingruppen einbringen und Lösungen gemeinsam erarbeiten</li> <li>• Lösungen als Team beschreiben und präsentieren</li> <li>• Erkennen von Gefahren, die der Einsatz von KI im Alltagsleben mit sich bringen kann</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenes Skript.</li> <li>• Fog and Edge Computing: Principles and Paradigms, R. Buyya &amp; S. N.Srirama, Wiley 2019.</li> </ul>					

- TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers, P. Warden & D. Situnayake, O'Reilly 2019.
- Practical Deep Learning for Cloud, Mobile & Edge, A. Koul et.al., O'Reilly, 2019.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit
<b>Vorausgesetzte Module</b>	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium, Module des Praktikums			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 180h

### 3.5. Schwerpunkt Kommunikationssysteme

### 3.5.1. Wired Communications

<b>Modulkürzel</b> MB2300082000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> English	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodule	<b>Turnus</b> Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Wired Communications					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Module in the Communication Systems major, which builds on "Fundamentals of Communication Technology/Grundlagen der Kommunikationstechnik" and deepens the aspects of wired transmission, traffic theory, cryptography and Internet application protocols.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overview: line and packet network, OSI layer model, switching technology, routing, queuing theory.</li> <li>• Optical transmission technology (OSI 1): fiber, dispersion, attenuation, non-linearity, LED/laser, PIN photodiode, shot noise limit, measuring and testing.</li> <li>• Transmission protocol (OSI 2): sequence control, HDLC, (Carrier) Ethernet, SDH, OTN.</li> <li>• Switching Protocol (OSI 3): IP, CO/CL, Label Switching.</li> <li>• Voice over IP: protocols, signaling, open source software.</li> <li>• Network management with SNMP.</li> <li>• Fundamentals of cryptographic procedures and protocols for secure data transport.</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students describe, compare and evaluate structures and functions of digital communication networks.</li> <li>• The students calculate queuing characteristics of communication networks.</li> <li>• The students know the transmission, transport and switching protocols of wired networks and can compare them.</li> <li>• The students calculate characteristic values of optical transmission systems and their components and can measure them.</li> <li>• The students know terms, procedures and protocols used in IT security.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students analyze and validate complex wired communication systems in different levels of abstraction (from the block diagram to the bit structure).</li> <li>• The students analyze and validate protocols from the different OSI layers (optical transmission, SDH, IP, VoIP, SNMP).</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derr, F.: Script and detailed lab tutorials, THU, Stand SoSe22.</li> <li>• Roppel, C.: Grundlagen der Nachrichtentechnik: Übertragungstechnik und Signalverarbeitung, Hanser, 2018.</li> <li>• Badach, A.; Hoffmann, E.: Technik der IP-Netze - Internet-Kommunikation in Theorie und Einsatz, Hanser, 2022.</li> <li>• Tanenbaum; Feamster; Wetherall: Computer Networks, Springer Vieweg, 2021.</li> <li>• Badach: Voice over IP - Die Technik: Grundlagen, Protokolle etc., Hanser, 2022.</li> </ul> <p>Further bibliographical references are given within the lecture.</p>					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	
<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium				
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h	

### 3.5.2. Methoden der Kommunikationstechnik

<b>Modulkürzel</b> MB2300043000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Methoden der Kommunikationstechnik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Modul im Studienschwerpunkt Kommunikationssysteme, das insbesondere die übertragungstechnischen Aspekte des Moduls „Grundlagen der Kommunikationstechnik“ aufgreift und vertieft.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe und Überblick, Gesamtblockschaltbild.</li> <li>• Quellencodierung: Informationstheorie, Kompressionsverfahren.</li> <li>• Kanalcodierung: Kanalkapazität, Shannongrenze, Block-/Faltungscodes.</li> <li>• Basisbandübertragung: AWGN, BER, Augenmuster, Eb/N0, Leitungscodes.</li> <li>• Synchronisation: Träger- und Taktrückgewinnung.</li> <li>• Modulierte Übertragung: ASK/FSK/PSK, M-QAM (Zeit-/Vektordarstellung, Spektrum), Systemvergleich.</li> <li>• Mehrträgermodulation: DMT, OFDM, Kennwerte.</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Prinzipien und Funktionen digitaler Nachrichtensysteme beschreiben und vergleichend gegenüberstellen.</li> <li>• Die Studierenden berechnen und bewerten typische Kennwerte (z.B. BER, Bandbreiteneffizienz, Eb/N0) digitaler Basisband- und Modulationsübertragungssysteme.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden modellieren, simulieren und validieren Komponenten eines digitalen Nachrichtensystems in Matlab/Simulink.</li> <li>• Die Studierenden analysieren, vergleichen, entwerfen und validieren digitale Übertragungssysteme.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derr: Skriptum Methoden der Kommunikationstechnik, THU, Stand WS22/23.</li> <li>• Haykin, Simon: Communication Systems, Wiley &amp; Sons, 2009.</li> <li>• Söder; Tröndle: Digitale Übertragungssysteme, Springer, 1999.</li> <li>• Bossert: Einführung in die Nachrichtentechnik, Oldenbourg, 2012.</li> <li>• Roppel: Grundlagen der digitalen Kommunikationstechnik, Hanser, 2006.</li> <li>• Rice: Digital Communications: A Discrete-Time Approach, 2020.</li> <li>• Beuth, Breide, Lüders, Kurz, Hanebuth: Nachrichtentechnik - Fachbuch Elektronik 7, Vogel Business Media, 2016.</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	
<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium				
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h	



### 3.5.3. Funkkommunikation

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300045000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Pflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Funkkommunikation					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> <p>Moderne Funkkommunikationssysteme sind in der Regel sehr komplex, da sie nur auf diese Weise den an sie gestellten Anforderungen gerecht werden können. Diese Anforderungen beziehen sich neben der geforderten Leistungsfähigkeit in gleichem Maße auf die Interoperabilität von Systemen gleichen Typs, aber von unterschiedlichen Herstellern, sowie auf der Einhaltung von Bedingungen der Verträglichkeit der Funksysteme untereinander und mit ihrer Umwelt. Diese letzten beiden Punkte finden ihren Niederschlag dabei in oft äußerst umfangreichen und auf den ersten Blick sehr komplexen Spezifikationsdokumenten, die von den entsprechenden Standardisierungsgremien festgelegt werden. Daher sind nicht nur die Entwickler solcher Funkkommunikationssysteme, sondern auch Entwickler von Systemen, in die Funkkommunikationssysteme integriert werden, und selbst Entwickler von Anwendungen, die über Funkkommunikationssysteme angebunden werden, vor die Herausforderung gestellt, sich mit den oft sehr umfangreichen Spezifikationen der Standardisierung auseinanderzusetzen und diese geeignet anzuwenden. Es sei dabei betont, dass aufgrund der Breite der Anwendungsfelder für Funkkommunikationssysteme derzeit eine große Vielfalt solcher Systeme parallel existiert und in der Praxis Verwendung findet.</p> <p>Mit der Behandlung von zentralen Aspekten der Architektur von Funksystemen, den entscheidenden Herausforderungen für die Auslegung von Funksystemen und den grundlegenden Prinzipien, um diesen Herausforderungen erfolgreich begegnen zu können, leistet diese Vorlesung einen Beitrag, um sich auf effiziente Weise fundiert in die Spezifikationsdokumente von Funkkommunikationssystemen jeglicher Art einarbeiten zu können.</p> <p>Als Pflichtmodul im Schwerpunkt Kommunikationssysteme vermittelt das Modul die Grundlagen im Bereich von Funksystemen, insbesondere zu den Themen Topologie von Funksystemen, Zugriffs- und Zugangstechniken, Funkwellenausbreitung sowie zu den für die Realisierung der Luftschnittstelle eingesetzten technische Verfahren, um unter den herausfordernden Randbedingungen der Funkwellenübertragung eine zufriedenstellende Leistungsfähigkeit von Funksystemen realisieren zu können.</p> <p>Das Modul baut auf dem Modul Methoden der Kommunikationstechnik auf und stellt die Verbindungen zum Modul Simulation von Kommunikationssystemen her.</p>					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anforderungen an Funkkommunikationssysteme</li> <li>Topologien sowie Architekturen von Funkkommunikationssystemen und Mechanismen der Mobilitätsunterstützung</li> <li>Die Luftschnittstelle (Übertragungstechniken, Zugriffstechniken, Statistische Beschreibung des Verkehrs in Kommunikationsnetzwerken, Kollisionsvermeidung auf der Luftschnittstelle, Zugangstechniken, Interferenzvermeidung in zellularen Systemen, Kapazität zellulärer Mobilfunksysteme)</li> <li>Der Funkkanal (Path Loss, Large Scale Fading, Small Scale Fading, Abdeckung und Verfügbarkeit, Berechnung der Abdeckung mit Hilfe von Link-Budgets)</li> <li>Technische Verfahren auf der physikalischen Schicht</li> <li>Mehrantennensystem (Beamforming, MIMO) und Kanalkapazität</li> <li>Technische Verfahren auf der Sicherungsschicht</li> <li>Standardisierung (Interoperability, Compliance, IEEE 802.11, 3GPP 2G/3G/4G/5G)</li> </ul> <p>Laborübungen zu den Themen Funkzulassung, Compliance Testing, Zugriffstechniken auf der Luftschnittstelle sowie Simulationsübungen zur Kollisionsvermeidung auf der Luftschnittstelle und zur Kapazität von Funksystemen mit Beamforming und MIMO Technologie.</p>					

## Lernergebnisse

Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen:

### Fachkompetenz

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- grundsätzlich Aspekte der Topologie und Architektur von Funkkommunikationssystemen skizzieren und erläutern sowie konkrete System im Hinblick auf diese Aspekte analysieren,
- einen Mobilfunkkanal mit seinen grundlegenden Eigenschaften mittels verschiedener Beschreibungsformen modellieren, interpretieren und simulieren,
- Linkbudgets aufstellen und berechnen,
- die Vorteile und Nachteile verschiedener Zugangs- und Zugriffsverfahren auf der Luftschnittstelle gegenüberstellen und einfache Kennwerte berechnen,
- die wesentlichen technischen Verfahren auf Schicht 1 und 2 der Luftschnittstelle erläutern und alternative Verfahren in ihren Eigenschaften vergleichen,
- die Grundprinzipien von Funkübertragungssystemen mit Mehrantennentechnology (MIMO und Beamforming) erläutern und einfache Kennwerte für die Kapazität derartiger Systeme berechnen sowie
- die Eigenschaften realer Funk-Kommunikationssysteme ermitteln, gegenüberstellen und bewerten.

### Lern- und Methodenkompetenz

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- die Modellierung technischer Systeme auf Funkkanäle in Verbindung mit der Verkehrstheorie anwenden, insbesondere mittels geeigneter mathematischer Abstraktion und Implementierung in MATLAB,
- die Modellierung von Funkkommunikationssystemen mittels eventbasierte Netzwerksimulatoren wie OMNeT++ anwenden und die Performance von Funkkommunikationssystemen auf Basis der Ergebnisse von Netzwerksimulationen bewerten sowie
- komplexe Dokumente der Standardisierung sowie der Normung für die Funkzulassung auf effiziente Weise im Hinblick auf die wesentlichen Eigenschaften der spezifizierten Funksysteme analysieren und auf Basis dieser Analyse die Eigenschaften der jeweiligen Funksysteme bewerten sowie grundlegende Messungen, die im Rahmen der Funkzulassungen benötigt werden, durchführen.

### Literaturhinweise

- Münzner, R.: Funkkommunikation, Manuskript zur Vorlesung, THU, 2025.
- Sauter M.: Grundkurs Mobile Kommunikationssysteme - LTE-Advanced Pro, UMTS, HSPA, GSM, GPRS, Wireless LAN und Bluetooth, Springer Vieweg, 2018.
- Molisch, A.F.: Wireless Communications - From Fundamentals to Beyond 5G. Wiley-Blackwell, 2022.
- Rappaport T.S.: Wireless Communications - Principles and Practice, Prentice Hall, 2002.
- Eberspächer J., Vogel H.J., Bettstetter C. & Hartmann C.: GSM - Architectures, Protocols and Services, Wiley, 2009.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

Lehr- und Lernform	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform	Klausur (90 min)		Vorleistung	
Vorausgesetzte Module	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium, Module des Praktikums			
Modulumfang	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.5.4. Simulation von Kommunikationssystemen

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300044000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Pflichtmodul	Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Simulation von Kommunikationssystemen					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Moderne, digitale Kommunikationssysteme und auf Paketvermittlung basierende Kommunikationsnetzwerke zeichnen sich in der Regel durch einen sehr hohen Komplexitätsgrad aus. Dies liegt zum einen an den hohen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit solcher Systeme für eine Vielzahl von häufig sehr unterschiedlichsten Nutzungsszenarien und zum anderen an der geforderten Interoperabilität für eine große Zahl unterschiedlicher Netzwerknoten, die als Teil der Systeme auftreten können. Die große Komplexität dieser Systeme in Kombination mit der großen Vielfalt möglicher Nutzungsszenarien verhindert in der Regel eine analytische Berechnung der in den Systemen und Netzwerken zu erwartenden Performance. Damit muss in der Regel auf simulatorische Untersuchungen zurückgegriffen werden, in denen die in den betrachteten Kommunikationssystemen und -netzwerken eingesetzten Protokolle und Algorithmen unter dem Einfluss der durch ihre stochastischen Eigenschaften modellierten Einflussfaktoren im System oder Netzwerk - hierzu zählen insbesondere das Datenaufkommen und die Kanaleigenschaften - konkret ablaufen. Im Rahmen der Vorlesung werden die Herausforderungen für die Simulation von Kommunikationssystemen und die im Rahmen der Simulation eingesetzten Methoden am Beispiel der Simulation von digitalen Funkkommunikationssystemen behandelt. Der Schwerpunkt der Betrachtungen liegt hierbei auf der so genannten Luftschnittstelle, die die Schicht 1 - das so genannte Physical Layer - und die Schicht 2 - das so genannte Media Access Control (MAC) Layer - des OSI-Schichtenmodells umfasst. An zentraler Stelle steht hierfür die Analyse eines OFDM-Systems, für das die Einflüsse des Protokolls, der Empfänger-Algorithmen und der Eigenschaften des Funkkanals auf die Systemperformance mittels geeigneter Simulationen in MATLAB analysiert werden. Als Pflichtmodul im Schwerpunkt Kommunikationssysteme vermittelt das Modul die Grundlagen der Modellierung und Simulation von Kommunikationssystemen am Beispiel der physikalischen Schicht von Funksystemen. Das Modul baut auf dem Modul Methoden der Kommunikationstechnik auf und stellt die Verbindungen zum Modul Funkssysteme her.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien der Modellierung und der Simulation von digitalen Kommunikationssystemen</li> <li>• Simulationstechniken: Monte Carlo Simulation, Simulation von nicht-linearen Systemen, Methoden der Analyse von Performance (bit error rate, Zeitverhalten) und Funktionalität (scatterplots, Augendiagramme)</li> <li>• Verifikation von Simulatoren für Kommunikationssysteme</li> <li>• Simulation von Mobilfunkkanälen</li> <li>• Modellierung und Simulation von OFDM Systemen</li> <li>• Algorithmen für die Kanalschätzung und Kanalverzerrung</li> <li>• Algorithmen für Trägerrückgewinnung, Synchronisation und Tracking</li> <li>• Effiziente Simulation der Fehlerschutzkodierung mittels Faltungscodes</li> <li>• Hardwarenahe Simulation der digitalen Signalverarbeitung im Basisband: Quantisierung und bit-genaue Simulation</li> <li>• Einführung in die Simulation von Mehrantennensystemen (Rx-Diversity)</li> </ul> Eigenständiges Erarbeiten eines vollständigen Simulators (einschließlich Kanal, Kanalschätzung und -entzerrung, Fehlerschutzkodierung, Träger- und Symboltaktückgewinnung sowie Auswirkungen der Implementierung in digitaler Hardware) für ein auf OFDM basierendes Mobilkommunikationssystem im Rahmen der Laborübungen.					

## Lernergebnisse

Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen:

### Fachkompetenz

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- Simulationsketten für verschiedene Aufgabenstellung der Analyse von Kommunikationssystemen (bit error ratio, Zeitverhalten von nicht-linearen Systemen, Untersuchung der Funktionalität) mit Hilfe von Blockschaltbildern entwerfen und ihre Anforderungen definieren,
- Simulationsketten für Kommunikationssysteme anhand geeigneter Verfahren verifizieren,
- wichtige Techniken für eine effiziente Realisierung von Simulatoren für Kommunikationssysteme in Matlab umsetzen,
- Simulationen für Mobilfunkkanäle in Form von tapped delay line Modellen entwickeln und in Matlab realisieren,
- kritischer Aspekte (Intercarrier- und Intersymbol-Interference) von OFDM Systemen mit Hilfe von Matlab Simulationen untersuchen,
- einfache Algorithmen zur Kanalschätzung, Kanalverzerrung, Trägersrückgewinnung und Symboltakt rückgewinnung für OFDM Systeme entwerfen, im Rahmen von Matlab Simulationen umsetzen und verifizieren sowie
- den Einfluss von digitaler Hardware auf die Systemperformance von Kommunikationssystemen mit Hilfe von bit-genauen Simulationen analysieren.

### Lern- und Methodenkompetenz

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- die Modellierung technischer Systeme auf die physikalische Schicht von Funkkommunikationssystemen anwenden, insbesondere mittels geeigneter Blockschaltbilder, mathematischer Abstraktion und Implementierung in MATLAB,
- effiziente numerische Implementierungen von Simulationsprogrammen mittels Vektorisierung in MATLAB konzipieren und erstellen sowie
- Fragestellung der Analyse der Leistungsfähigkeit der physikalischen Schicht von Funksystemen in geeignete Simulationsmodelle zu deren Berechnung überführen.

### Literaturhinweise

- Münzner, R.: Simulation von Kommunikationssystemen, Manuskript zur Vorlesung, THU, 2025.
- Tranter, W.H. ; Shanmugan, K.S. ; Rappaport, Th.S. ; Kosbar, K.L.: Principles of Communication Systems Simulation with Wireless Applications. Prentice Hall, 2004.
- Proakis, J.G ; Salehi, M. ; Bauch, G.: Contemporary Communication Systems Using MATLAB. Cengage Learning, 2012.
- Molisch, A.F.: Wireless Communications - From Fundamentals to Beyond 5G. Wiley-Blackwell, 2022.
- Proakis, J.G ; Salehi, M.: Communication Systems Engineering. Prentice Hall, 2003.
- Fontan, F.P. ; Espineira, P.M.: Modelling the Wireless Propagation Channel - A Simulation Approach with MATLAB. John Wiley & Sons, 2008.
- Paulraj, A.; Nabar, R.; Gore, D.: Introduction to Space-Time Wireless Communications. Cambridge University Press, 2005.
- Li, Y.; Stüber, G.L.: Orthogonal Frequency Division Multiplexing for Wireless Communications. Springer, 2010.
- Gray, R.M.: Probability, Random Processes and Ergodic Properties. Springer, 2009.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	
<b>Vorausgesetzte Module</b>	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium, Module des Praktikums			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.6. Schwerpunkt Leistungselektronik und Energietechnik

### 3.6.1. Elektrische Energieversorgung

<b>Modulkürzel</b> MB2300056000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Elektrische Energieversorgung					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Dieses Modul vermittelt die grundlegenden Elemente der elektrischen Energieversorgung, insbesondere der Energieerzeugung, Energiewandlung und Energieverteilung, sowie die grundlegenden Methoden für die Auslegung Analyse und Berechnung der Systemelemente und Kennzahlen von Energieversorgungsnetzen.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Allgemeine Anforderungen an ein Energieversorgungsnetz: Versorgungssicherheit und Kennzahlen zum Zeitverlauf des täglichen Energiebedarfs</li><li>• Struktureller Aufbau eines Energieversorgungsnetzes, Netzformen, nutzbare Energieträger, Einbindung regenerativer Energiequellen, Bedarf an Kommunikationstechnik, Kraftwerkstypen, Effizienzbetrachtung zur Primärenergie Ausnutzung, Aspekte des Smart Grid</li><li>• Mathematische Grundlagen für die Berechnung von Energienetzen: Drehstromsystem, symmetrische Komponenten</li><li>• Systemelemente: Freileitungen und Kabel, Leitungstheorie, Zweitorbeschreibung, Wellenausbreitung, Wellenwiderstand, natürliche Leistung, Kurzkupplungen und HGÜ-Einrichtungen, Drehstromtransformatoren, Schaltgruppen, Ersatzschaltbilder des Transformators, Einsatz von Trafos als Längs- und Querregler, Einsatzbereiche von Leistungs- und Trennschaltern, Synchrongenerator im Kraftwerkseinsatz</li><li>• Ersatzschaltbild und Zeigerbilder, Einstellung der Wirk- und Blindleistungseinspeisung.</li></ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Systemelemente der Energietechnik und deren Eigenschaften benennen.</li><li>• Wirkungsweisen unterschiedlicher Kraftwerkstypen zur Energiewandlung verstehen.</li><li>• Anforderungen an das Energieversorgungsnetz und Netzformen wiedergeben.</li><li>• Das Verhalten von Systemelementen (z.B. Synchrongenerator, Transformator, Leitung) verstehen.</li></ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Methoden der symmetrischen Komponenten anwenden.</li><li>• Parameter von Transformatoren und Leitungen bestimmen.</li><li>• Stationäre und transiente Fehlerstromverläufe berechnen.</li><li>• Betriebsdiagramme von Synchrongeneratoren interpretieren.</li></ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Eigenes Skript zur Vorlesung</li><li>• Marenbach, D. Nelles, Ch. Tuttas: <i>Elektrische Energietechnik</i>, Springer, 2013</li><li>• K. Heuck, K. Dettmann, D. Schulz: <i>Elektrische Energieversorgung</i>, Springer, 2013</li><li>• A. Harrison: <i>Elektrische Energieversorgung im Klartext</i>, Pearson, 2004.</li><li>• W. Knies, K. Schierack: <i>Elektrische Anlagentechnik - Kraftwerke, Netze, Schaltanlagen, Schutzeinrichtungen</i>, 2012</li></ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung					
<b>Lehr- und Lernform</b>		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>		Klausur (90 min)	<b>Vorleistung</b>		
<b>Aufbauende Module</b>		Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium			

<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h
--------------------	--------------------	----------------------	------------	--------------------

### 3.6.2. Power Electronics

<b>Modulkürzel</b> MB2300088000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Englisch	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Power Electronics					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Power electronic (PE) circuits convert forms of electrical energy into each other and thus enable not only the supply of analog and digital circuits, but also, for example, the operation of electric drives and charging of batteries. This makes PE an important component of electronics based systems.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Principles of power electronics</li><li>• PE components: Static and dynamic properties of PiN diodes, power MOSFETs, IGBTs and Thyristors</li><li>• Self-commutated, non-galvanically and galvanically isolated DC/DC drives with two energy storage devices: buck and boost, flyback and forward</li><li>• Modeling and control of these converters</li><li>• Design of magnetic energy storage components in DC/DC converters</li><li>• Line-commutated (uncontrolled and controlled) rectifiers and boost PFC, grid feedback &amp; filters</li><li>• Self-commutated inverters, PWM modulation strategies and output filters for inverters</li></ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz:</b> The students <ul style="list-style-type: none"><li>• know the basic DC/DC converter topologies and can explain how they work</li><li>• can explain the switching behavior of the power devices used in the PE</li><li>• can explain the need for PFC and how boost PFC works</li><li>• can explain the functionality of single- and multi-phase inverters and the influence of PWM modulation strategies on the output voltage or current</li></ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz:</b> The students <ul style="list-style-type: none"><li>• are able to design a given power electronic circuit based on given specifications</li><li>• are able to derive a mathematical model of an inverter and create a corresponding control system that meets given requirements</li><li>• can design and analyze a PE circuit using common simulation tools</li><li>• can "read" component data sheets and use component data sheets to determine or select suitable passive and active components for a given application</li></ul> <b>Selbstkompetenz:</b> The students <ul style="list-style-type: none"><li>• assess own analytical and conceptual skills and transfer them to related areas</li></ul> <b>Sozialkompetenz:</b> The students <ul style="list-style-type: none"><li>• develop solutions to problems together as a team.</li><li>• accept and fulfill a functional role in a development team.</li></ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ned Mohan, Tore M. Undeland, und William P. Robbins, “Power Electronics”</li><li>• Robert Erickson und Dragan Maksimovic, “Fundamentals of Power Electronics”</li></ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit	
<b>Aufbauende Module</b>	Module des 6. und 7. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium				



<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h
--------------------	--------------------	----------------------	------------	--------------------

### 3.6.3. Antriebe und Anlagentechnik

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300057000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Pflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Antriebe und Anlagentechnik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Dieses Modul vermittelt und vertieft zwei zentrale Elemente der elektrischen Energieversorgung. Einerseits werden die Grundlagen zur Verteilung elektrischer Energie in entsprechenden Schaltanlagen und Verteileinrichtungen vermittelt und andererseits spezielle Themen zur Energiewandlung mittels rotierender elektrischer Maschinen vertieft (aufbauend auf der Vorlesung „Elektrische Maschinen“).					
<b>Inhalt</b> Antriebe: Vertiefung der Grundlagen elektrischer Maschinen: erweiterte Begriffe des Elektromaschinenbaus, detailliertere Betrachtungen und Berechnungen u.a. des Sättigungsverhaltens, konstruktive Aspekte (u.a. Wicklungsarten) sowie erweiterter Überblick über leistungselektronische Steller und Ansteuerungsarten für elektrische Maschinen und Antriebe. Anlagentechnik: Hoch- und Mittelspannungsanlagen, Aufbau Schalt- und Verteileinrichtungen, Systemelemente (z.B. Trenn-, Lasttrenn- und Leistungsschalter). Niederspannungsanlagen: Netztypen von Niederspannungsanlagen (IT-, TT- und TN-Netz). Grundzüge und Grundbegriffe VDE 0100, Maßnahmen gegen direktes / indirektes Berühren, Maßnahmen zur Vermeidung einer gefährlichen Berührungsspannung (Schutzerdung, Nullung, RCD-Schutzschaltung). Auslegung von Überstromschutzorganen und Leitungsquerschnitten.					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> Die Studierenden... <ul style="list-style-type: none"> <li>• ...verfügen über eine breite Kenntnis der erweiterten Grundlagen und Begriffe des Elektromaschinenbaus und können die häufigsten Maschinentypen und Konzepte erläutern und bewerten,</li> <li>• ...berechnen auch detailliertere Spezial-/Teilaspekte (u.a. magnetische Sättigung) elektrischer Maschinen,</li> <li>• ...kennen verschiedene konstruktive Ausführungen elektrischer Maschinen und können diese erläutern,</li> <li>• ...kennen (über die Grundlagen hinaus) erweiterte Stellverfahren/Ansteuerarten für elektrische Maschinen,</li> <li>• ...kennen die wichtigsten Normen der Anlagentechnik und können diese anwenden und interpretieren,</li> <li>• ...kennen die wichtigsten Komponenten für den Aufbau von Schalt- und Verteileinrichtungen der Anlagentechnik,</li> <li>• ...kennen die wichtigsten Netztypen von Niederspannungsanlagen und können diese erläutern,</li> <li>• ...berechnen Überstromschutzmaßnahmen und Leitungsquerschnitte.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende verstehen Kenngrößen in Datenblättern verstehen und können typische Diagramme interpretieren .</li> <li>• Studierende verstehen Anforderungen und können danach Komponenten auswählen und dimensionieren .</li> </ul> <b>Sozial- und Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende beschaffen und bewerten eigenständig technische Informationen.</li> <li>• Studierende üben und arbeiten in wechselnden Teamkonstellationen.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenes Skript zur Vorlesung.</li> <li>• R. Marenbach, D. Nelles, Ch. Tuttas. Elektrische Energietechnik. Springer, 2013.</li> <li>• K. Heuck, K. Dettmann, D. Schulz. Elektrische Energieversorgung. Springer, 2013.</li> <li>• J. A. Harrison. Elektrische Energieversorgung im Klartext. Pearson, 2004.</li> <li>• R. Fischer. Elektrische Maschinen. Hanser-Verlag, 2004.</li> <li>• G. McPherson, R.D. Laramore. An Introduction to Electrical Machines and Transformers. John Wiley &amp; Sons, 2014.</li> <li>• H.-U. Giersch, H. Hartheus, N. Vogelsang. Elektrische Maschinen. Teubner Verlag, 2004.</li> </ul>					

- R. Cickowski. Der rote Faden durch die Gruppe 700 der VDE 0100. VDE-Verlag, 2016.
- Weitere Literaturangaben erfolgen ggf. im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	
<b>Vorausgesetzte Module</b>	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium, Module des Praktikums			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.6.4. Elektromagnetische Verträglichkeit

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300058000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Pflichtmodul	Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Elektromagnetische Verträglichkeit					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Elektrische und elektronische Baugruppen in modernen Steuerungs-, Regelungs- oder Produktionsanlagen, in Flugzeugen und Kraftfahrzeugen oder auch in Datenverarbeitungsanlagen weisen eine zunehmende Packungsdichte auf. Die räumliche Nähe elektronischer Baugruppen, die stetig steigenden Takt- und Datenraten digitaler Baugruppen und leitungsgebundener Kommunikationssysteme, die zunehmenden Taktraten geschalteter leistungselektronischer Baugruppen sowie die nahezu vollständige Ausnutzung des Frequenzspektrums bis in den GHz-Bereich hinein für Kommunikationsanwendungen per Funk führen zu stetig wachsenden Problemen der wechselseitigen elektromagnetischen Beeinflussung von elektrischen und elektronischen Baugruppen und Geräten. Daher müssen alle Geräte, die elektrische Komponenten enthalten, entsprechend dem EMV-Gesetz nach EMV-Gesichtspunkten entwickelt und geprüft werden. Die Vorlesung wendet sich somit an alle zukünftigen Ingenieure, die mit der Entwicklung, Planung oder Installation von elektrischen Geräten oder Anlagen zu tun haben. Als Pflichtmodul im Studienschwerpunkt High Speed Electronics, vermittelt das Modul die Grundlagen der Elektromagnetischen Verträglichkeit mit Schwerpunkt auf der Analyse und Entstörung von EMV-Problemen in der Verbindung geeigneter Modellbildung und messtechnischer Untersuchungen. Das Modul baut auf die Module Elektrotechnik 2, Elektronik und Hochfrequenztechnik auf.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der EMV und rechtliche Rahmenbedingungen</li> <li>• EMV-gerechtes Design im Hinblick auf hochfrequente Störungen - Eine Einführung</li> <li>• EMV-Messtechnik für Störaussendung und Störfestigkeit im HF-Bereich</li> <li>• Netzurückwirkungen - EMV im 50Hz Netz und bei großen Leistungen</li> <li>• Lineare und Nichtlineare EMV-Bauelemente</li> <li>• EMV auf der Leiterplatte: Entwurfsrichtlinien, Entwurf störrarmer Schaltungen</li> <li>• EMV im elektrischen Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen</li> </ul> Laborübungen zu den Themenbereichen Power Integrity, Signalintegrität, Störaussendung und Entstörung von leistungselektronischen Schaltungen, Schirmung, Störfestigkeitsprüfung sowie Netzurückwirkungen.					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen:					
<b>Fachkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Bedeutung der elektromagnetischen Verträglichkeit im heutigen technischen Umfeld erläutern,</li> <li>• die Grundprinzipien des EMV-gerechten Entwurfs und Aufbaus von elektronischen Schaltungen, Leistungselektronik und elektrischen Anlagen auf einfache Fälle anwenden,</li> <li>• die elektromagnetische Verkopplung von elektrischen und elektronischen Baugruppen und Systemen analysieren sowie messtechnisch erfassen,</li> <li>• die Methoden der messtechnischen Erfassung der Störaussendung für normgerechte und pre-compliance Messungen einsetzen sowie entsprechende Messungen interpretieren,</li> <li>• die Störsicherheit elektronischer Schaltungen beurteilen und messtechnisch validieren,</li> <li>• die Signalintegrität von elektrischen Nachrichtenübertragungssystemen beurteilen und messtechnisch überprüfen,</li> <li>• Filter und Schirmmaßnahmen zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften von Baugruppen und Systemen in einfachen Fällen einsetzen und deren Wirkung überprüfen sowie</li> </ul>					

- die Wechselwirkung von am elektrischen Versorgungsnetz betriebenen Systemen beurteilen und entsprechende Messungen interpretieren.

#### **Lern- und Methodenkompetenz**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- komplexe Fragestellungen, die verschiedene Teildisziplinen der Elektrotechnik umfassen, im Rahmen einer geeigneten, stark vereinfachten Modellbildung zusammenfassen und aus dieser Modellbildung geeignete Verbesserungsmaßnahmen (hier: für das EMV-Verhalten der betrachteten Baugruppen) ableiten sowie
- im Zusammenspiel von messtechnischen Untersuchungen und theoretischen Überlegungen zielgerichtet technische Lösungen für komplexe Problemstellungen (hier: hinsichtlich des EMV-Verhaltens von elektronischen Baugruppen) entwickeln.

#### **Literaturhinweise**

- Manuskripte der Dozenten zu den einzelnen Vorlesungsteilen, THU, 2025
- Schwab, A.: Elektromagnetische Verträglichkeit. Springer, 2010
- Williams, T.: EMC for Product Designers. Newnes, 2016
- Paul, C.R.: Introduction to Electromagnetic Compatibility. Wiley, 2022
- Ott, H.: Electromagnetic Compatibility Engineering. John Wiley & Sons, 2009
- Franz, J.: EMV - Störungssicherer Aufbau elektronischer Schaltungen. Vieweg + Teubner, 2010
- Dorner, H., Fender, M.: Wissenswertes über Netzzrückwirkungen: Grundlagen - Anlagen-Gesamtbetrachtung - Simulation - Normgrenzwerte - Maßnahmen zur Netzverbesserung. VDE Verlag, 2013

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	
<b>Vorausgesetzte Module</b>	Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Basisstudium, Module des 3. und 4. Ausbildungssemesters (ET) bzw. Lehrplansemesters (ETd) aus dem Schwerpunktstudium, Module des Praktikums			
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.7. Schwerpunkt Wirtschaft

### 3.7.1. Betriebswirtschaftslehre

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2104752000	5	Deutsch	3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	Pflichtmodul	Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Betriebswirtschaftslehre					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Digital Media, Informatik, Maschinenbau, Wirtschaftsinformatik, Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Studierende bekommen einen anwendungsorientierten Überblick über die Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (BWL). Diese Kenntnisse sind unverzichtbar, um später z. B. eine verantwortungsvolle Rolle in Entwicklungsprozessen übernehmen zu können. Die erworbenen Kompetenzen sind für die Berufsqualifizierung und die Karrieremöglichkeiten von besonderem Wert.					
<b>Inhalt</b> <b>Teil 1: Grundlagen</b> 1 Betriebe und Unternehmen 2 Ziele, Strategien, Geschäftsmodelle 3 Rechtsformen <b>Teil 2: Managementaufgaben</b> 4 Organisation 5 Planung und Kontrolle 6 Mitarbeiterführung <b>Teil 3: Von der Idee zum Verkaufserfolg</b> 7 Innovationsmanagement 8 Produktions- und Beschaffungsmanagement 9 Marketing <b>Teil 4: Rechnungswesen</b> 10 Grundlagen des Rechnungswesens 11 Externes Rechnungswesen 12 Kosten- und Leistungsrechnung (KLR) 13 Investitions- und Finanzplanung					
<b>Lernergebnisse</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: <b>Fachkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• betriebswirtschaftliche Funktionen definieren und in ihren Zusammenhängen beschreiben,</li> <li>• konstitutive Entscheidungen (u.a. Gesellschaftsformen, Standortfaktoren) und Unternehmensverbindungen beschreiben und anwenden,</li> <li>• wirtschaftswissenschaftliche Prinzip sowie betriebswirtschaftliche Methoden bzw. Verfahren verstehen und anwenden,</li> <li>• den Willensbildungsprozess sowie die Planung, Organisation und Kontrolle in Unternehmen differenzieren, bestimmen und beurteilen,</li> </ul> <b>Methodenkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösungsansätze zu betriebswirtschaftlichen Problemstellungen im Rahmen von Fallstudien entwickeln, diskutieren und präsentieren,</li> <li>• wissenschaftliche Literatur analysieren und diskutieren,</li> </ul> <b>Sozial- und Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in Kleingruppen sachbezogen argumentieren und die eigene Rolle in Kleingruppen wahrnehmen.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>		Vorlesung (4 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>		Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	

<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h
--------------------	--------------------	----------------------	------------	--------------------



### 3.7.2. Wahlmodul English for special purposes C1

<b>Modulkürzel</b> Siehe Modulkürzel des jeweils gewährten BWL- Moduls	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Englisch	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> English for special purposes C1					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul / Wahlpflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Studierende wählen eines der nachfolgenden Module aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch Oberstufe</li> <li>• Fachenglisch (C1) für Ingenieurwissenschaften</li> <li>• Leadership and Business Communication</li> </ul> Mit dem Rahmenmodul English for special purposes C1 können Studierende ihre Sprachkompetenzen Englisch auf C1 Niveau erweitern und vertiefen. Studierende bekommen durch den erfolgreichen Besuch eines der Module einen anwendungsbezogenen Überblick zu (fach-)englischen Themenfeldern und können anspruchsvolle englische akademische Fachtexte erfassen sowie englische Fachthemen recherchieren und zusammenfassen. Durch die Wahlmöglichkeit in diesem Rahmenmodul können die Studierenden entscheiden, welche (fach-)englischen Kompetenzen zur Erweiterung ihres individuellen Qualifikationsprofils sinnvoll sind. Mit dem erfolgreichen Besuch dieses Moduls erwerben die Studierenden notwendige Kompetenzen, um Fachinhalte fachfremden Dritte in internationalen beruflichen Zusammenhängen, z. B. internationalen Arbeitsgruppen vermitteln zu können.					
<b>Inhalt</b> Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen: ... Siehe die jeweilige Modulbeschreibung des von der bzw. dem Studierenden gewählten Moduls.					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen <b>Fachkompetenz</b> Siehe die jeweilige Modulbeschreibung des von der bzw. dem Studierenden gewählten Moduls. <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> ... Siehe die jeweilige Modulbeschreibung des von der bzw. dem Studierenden gewählten Moduls. <b>Selbstkompetenz:</b> ... Siehe die jeweilige Modulbeschreibung des von der bzw. dem Studierenden gewählten Moduls. <b>Sozialkompetenz:</b> ... Siehe die jeweilige Modulbeschreibung des von der bzw. dem Studierenden gewählten Moduls.					
<b>Literaturhinweise</b> ... Siehe die jeweilige Modulbeschreibung des von der bzw. dem Studierenden gewählten Moduls. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Seminar (4 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit 0h	Gesamtzeit 150h	

<b>Modulkürzel</b> MB2103210000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Englisch	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Englisch Oberstufe					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul / Wahlpflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> <p>“English Advanced” is a course for students who are interested in exploring topics which usually fall outside of typical themes offered at a University of Applied Sciences. During the course we will engage in a wide variety of socio-cultural, political and economic topics, such as:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (Cultural) Identity in an intercultural workplace,</li> <li>• The Demographic Time Bomb,</li> <li>• Corporate Social Responsibility,</li> <li>• Globalisation and International Trade,</li> <li>• Marketing Communications.</li> </ul> <p>We will not be looking at any grammar or technical topics during this course. Students are expected to have a competent, flexible level of English in all areas; speaking, writing, reading and listening. Participation is essential. Written essays and a presentation are just two of the types of tasks we will do over the course of the semester. The contemporary student is confronted with a range of challenges. They must have wide-ranging and thorough subject knowledge and must also be prepared for the intercultural aspects of an engineering job in a global world. This course aims to prepare students in oral, written and aural English for their careers in the engineering industry. Students must present, discuss and defend selected topics through a range of mediums. This course corresponds to level "C1" of the "Common European Framework Reference for Languages" (CEFR). A 90-minute, written test will be completed at the end of the semester.</p>					
<b>Inhalt</b> <p>Die Studierenden verstehen und analysieren anspruchsvolle, längere Texte und können diese zusammenzufassen. Die Studierenden formulieren fließende englische Sätze ohne erkennbar nach Wörtern suchen zu müssen. Die Studierenden sind in der Lage, Englisch in Ihrem beruflichen Leben und im akademischen Kontext wirksam und flexibel zu gebrauchen. Sie sind in der Lage, anspruchsvolle längere Texte situationsadäquat selbst zu formulieren (z.B. wissenschaftliche Artikel, Handbücher, Schriftverkehr im beruflichen Kontext) und wissenschaftliche Thesen sprachlich differenziert darzustellen. Die Studierenden verfügen über das notwendige Wissen um sich zu komplexen Sachverhalten zu äußern und können den eigenen Standpunkt mit Argumenten verteidigen. Die Studierenden sind in der Lage, ein fachliches Thema vor Publikum zu präsentieren und Fragen dazu beantworten. Das Modul Englisch Oberstufe entspricht dem Niveau C1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen.</p>					
<b>Lernergebnisse</b> <p>Die Studierenden verstehen und analysieren anspruchsvolle, längere Texte und können diese zusammenzufassen. Die Studierenden formulieren fließende englische Sätze ohne erkennbar nach Wörtern suchen zu müssen. Die Studierenden sind in der Lage, Englisch in Ihrem beruflichen Leben und im akademischen Kontext wirksam und flexibel zu gebrauchen. Sie sind in der Lage, anspruchsvolle längere Texte situationsadäquat selbst zu formulieren (z.B. wissenschaftliche Artikel, Handbücher, Schriftverkehr im beruflichen Kontext) und wissenschaftliche Thesen sprachlich differenziert darzustellen. Die Studierenden verfügen über das notwendige Wissen um sich zu komplexen Sachverhalten zu äußern und können den eigenen Standpunkt mit Argumenten verteidigen. Die Studierenden sind in der Lage, ein fachliches Thema vor Publikum zu präsentieren und Fragen dazu beantworten. Das Modul Englisch Oberstufe entspricht dem Niveau C1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen.</p>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>The Economist.</i></li> <li>• <i>Financial Times.</i></li> <li>• <i>Business Spotlight.</i></li> </ul>					

- *Intelligent Business*. Pearson Longman, 2010.
- *Speakout Advanced*. Pearson Longman, 2016.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

<b>Lehr- und Lernform</b>	Seminar (4 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

<b>Modulkürzel</b> MB2104047000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Englisch	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Fachenglisch (C1) für Ingenieurwissenschaften					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul / Wahlpflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b>					
<b>Inhalt</b> <p>The course will be run with an interactive approach. All students will be required to make an active contribution to group discussions, presentations, negotiation practice and case studies. In addition to active participation in class activities and discussions, course assessment will be based on group and individual presentations and written assignments. The overall grade will be determined by a written exam including an essay and oral presentations. Primarily, the learning outcomes will be reached by dealing with the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Business English Negotiation and presentations at work</li> <li>• Academic essay writing Basic technical vocabulary: tools, shapes, dimensions, surfaces, parts</li> <li>• Materials technology: Describing and categorizing specific materials, describing properties, stress-strain diagram, testing machines and processes, quality issues</li> <li>• Production and manufacturing processes: explaining different techniques and processes, describing positions of assembled components</li> <li>• New technologies: function and sustainability of different technologies and energies (e.g. hydroelectric power, wind power, solar energy, energy storage solutions)</li> <li>• Car technology: combustion engines, hybrid engines, chargers etc.</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <p>Students understand longer, demanding academic texts, recognize implicit meaning and are able to resume the texts appropriately. Students can express themselves fluently and spontaneously without much obvious searching for expressions. Students can use language flexibly and effectively for social, academic and professional purposes. They can produce clear, well-structured, detailed text on complex subjects, showing controlled use of organizational patterns, connectors and cohesive devices. Students are able to conduct research in the English language and to present their findings in English both orally and in writing. Thereby they practice preparing assignments according to academic standards. Students are able to present academic topics for an expert audience and answer questions. Students deal with complex topics in engineering and are able to discuss and defend their own position with appropriate language.</p>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cambridge English for Engineering</i>, 2008.</li> <li>• <i>Engine Magazin</i>.</li> <li>• <i>Inch Magazin</i>.</li> </ul> <p>Further material will be announced during the course.</p>					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Seminar (4 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit		Gesamtzeit 150h

<b>Modulkürzel</b> MB2103762000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Englisch	<b>Semester</b> 3 oder 4 (ET) 6 oder 7 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Leadership and Business Communication					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul / Wahlpflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Regardless of their individual study background, employees in executive positions are required to lead teams effectively, master interpersonal skills and understand organizational interrelationships. Furthermore, they have to be able to understand and engineer change processes and negotiate for their teams and communicate their goals convincingly. This module aims at providing the necessary theoretical basis and application competences for future leaders.					
<b>Inhalt</b> The mentioned competences are acquired by dealing with the following topics <ul style="list-style-type: none"> <li>• Executive presentations as a method</li> <li>• Leadership in organizations</li> <li>• Organizational structures and their impact on communication</li> <li>• Corporate culture and interculture</li> <li>• Diversity Management</li> <li>• Decision making and micropolitics in organizations</li> <li>• Corporate communications</li> <li>• Negotiation strategy</li> <li>• Ethics and Corporate Social Responsibility</li> <li>• Public affairs and crisis communication</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Professional competence:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand complex interrelationships relevant to leaders in organizations, assess options in concrete situations and deduct best-practice solutions for their own actions.</li> <li>• Understand and use tasks and social relations in organizations and corporate communication beyond the their own scope of actions and use them efficiently.</li> </ul> <b>Methodological competence:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Application of concepts from social sciences and humanities to the field of international management.</li> <li>• Practical case studies and application of theoretical concepts.</li> <li>• Increase skills in communication and presentation and make use of the format of executive presentations (relevant for the module grading!)</li> </ul> <b>Personal and social competence:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understanding of organizational procedures and their consequences for the own field of action as future leaders</li> <li>• Development of an executive presentation on a business topic</li> <li>• Cooperation and team work in applied case studies</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• will be given during the course.</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Seminar (4 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h		Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.7.3. Unternehmensbewertung und Unternehmensanalyse

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2300064000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Pflichtmodul	Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Unternehmensbewertung und Unternehmensanalyse					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Computer Science, Digital Media, Digitale Produktion, Data Science in der Medizin, Energieinformationsmanagement, Energietechnik, Elektrotechnik und Informationstechnik, Energiewirtschaft international, Fahrzeugelektronik, Industrieelektronik, Informationsmanagement im Gesundheitswesen, Informatik, Mechatronik, Medizintechnik, Nachrichtentechnik, Produktionsmanagement, Umwelttechnik, Wirtschaftsinformatik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Ein großer Teil der mittelständischen Unternehmen in Deutschland wird von Personen geführt, die einen ingenieurs- oder naturwissenschaftlichen Studienhintergrund haben. Daher ist es für Studierende wichtig, neben ihrem technischen Schwerpunkt auch betriebswirtschaftliche Fragestellungen zu verstehen, um ihre Attraktivität für den zukünftigen Arbeitgeber und damit ihre eigenen Karrierechancen zu erhöhen. Diese Fragestellungen haben häufig einen engen Bezug zu den Bereichen Unternehmensanalyse und Bewertung sowie den damit in Verbindung stehenden Bereichen Rechnungswesen und Wirtschaftsprüfung. Das Ziel des Moduls ist es, den Studierenden fundierte Kenntnisse im Bereich Unternehmensbewertung und Unternehmensanalyse zu vermitteln. Dafür werden zunächst die Grundlagen des betrieblichen Rechnungswesens vermittelt, um dann tiefer in den Bereich der Bewertung von Unternehmensanteilen und Unternehmen als Ganzes einzutauchen. Diese Grundlagen sind darüber hinaus notwendig, um die wirtschaftliche Situation eines Unternehmens beurteilen zu können und somit Bestandteil der Unternehmensanalyse. Darauf aufbauend wird ein zentraler Überblick über die Wirtschaftsprüfung vermittelt. Dieser hilft die Bedeutung und Notwendigkeit von Jahresabschlussprüfung in Bezug auf die Unternehmensbewertung als auch Unternehmensanalyse zu verstehen.					
<b>Inhalt</b> Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Rechnungslegung</li> <li>• Inventar und Buchführung</li> <li>• Bilanzierung des Vermögens</li> <li>• Bilanzierung von Geschäfts- und Firmenwerten</li> <li>• Bilanzierung des Eigen- und Fremdkapitals</li> <li>• Ermittlung des Periodenerfolgs</li> <li>• Kennzahlenanalyse</li> <li>• Bewertung von Unternehmen</li> <li>• Grundlagen der Wirtschaftsprüfung</li> <li>• Prüfung verschiedener Aktiva und Passiva sowie GuV</li> <li>• Prüfung des internen Kontrollsystems</li> <li>• Betrugsprüfung und Betrugsprävention</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: <b>Fachkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zentrale Geschäftsvorfälle eines Unternehmens verstehen und die wirtschaftliche Situation eines Unternehmens beurteilen,</li> <li>• Bewertung von Unternehmen und Unternehmensanteilen</li> <li>• wesentliche Aspekte einer externen Unternehmensprüfung durch einen unabhängigen Wirtschaftsprüfer verstehen und einzelne Prüfungshandlungen selbst vornehmen,</li> <li>• Analyse von Jahresabschlüssen,</li> <li>• die Bedeutung von Sonderthemen wie Betrugsprüfung und Betrugsprävention für Unternehmen verstehen.</li> </ul> <b>Methodenkompetenz:</b>					

- verstehen und erfassen von wichtigen Geschäftsvorfällen sowie deren Bedeutung für den Jahresabschluss verinnerlichen,
- selbständig Jahresabschlüsse analysieren,
- selbständige Bewertung von Unternehmensanteilen und einfache Unternehmensbewertungen durchführen,
- die Auswirkungen von Bilanzbetrug für Unternehmen und Abschlussadressaten begreifen,
- wichtige Begriffe aus den Bereichen Unternehmensbewertung, Rechnungswesen und Wirtschaftsprüfung kennen und so sicher im Umgang mit diesen Unternehmensschnittstellen werden.

**Sozial- und Selbstkompetenz:**

- kleine Fallstudien und Übungsaufgaben selbständig bearbeiten, analysieren und präsentieren,
- Anwendungsaufgaben und Ergebnisse kritisch diskutieren.

**Literaturhinweise**

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (4 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

### 3.7.4. Europäisches Wirtschaftsrecht

<b>Modulkürzel</b> MB2300063000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	<b>Art</b> Pflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Europäisches Wirtschaftsrecht					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul</b> Computer Science, Digital Media, Data Science in der Medizin, Elektrotechnik und Informationstechnik, Fahrzeugelektronik, Fahrzeugtechnik, Computer Science International Bachelor, Industrieelektronik, Informationsmanagement im Gesundheitswesen, Informatik, Maschinenbau, Mechatronik, Medizintechnik, Nachrichtentechnik, Wirtschaftsinformatik, Wirtschaftsingenieurwesen, Wirtschaftsingenieurwesen / Logistik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b>					
<b>Inhalt</b> Im ersten Teil der Vorlesung werden die allgemeinen und institutionellen Grundlagen des europäischen Wirtschaftsprivatrechts in den Grundzügen dargestellt. Daran schließt sich in einem zweiten Teil eine Behandlung einzelner praktisch bedeutsamer wirtschaftsrechtlicher Teilgebiete in der Systematik des deutschen Rechts an. Wirtschaftsprivatrechtliche Schwerpunktthemen sind insbesondere das Vertragsrecht unter besonderer Berücksichtigung des Verbraucherschutzes, das Handels- und Gesellschaftsrecht und das Arbeitsrecht. Je nach Interesse und Vorkenntnis der Studierenden wird auch auf die Bedeutung und den Schutz des geistigen Eigentums eingegangen. Einblicke in die Praxis werden durch ergänzende Veranstaltungen vermittelt, wie beispielsweise Gerichtsbesuche.					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind mit den Grundlagen des europäischen Wirtschaftsrechts vertraut. Sie verstehen auf Grundlage der Entstehungsgeschichte der Europäischen Union und aktueller (politischer) Entwicklungen die Struktur und den Inhalt des europäischen Unionsrechts als auch die Bezüge zum deutschen Wirtschaftsprivatrecht. <b>Lern- bzw. Methodenkompetenz:</b> Die Studierenden sind in der Lage, anhand ausgewählter Rechtsfälle auf dem Gebiet des Europäischen Wirtschaftsprivatrechts rechtliche Zusammenhänge der praktisch bedeutsamen wirtschaftsrechtlichen Gebiete (insbesondere Vertrags-, Handels-, Gesellschafts-, Arbeits- und Verbraucherschutzrecht) zu analysieren und eine Risikobewertung vorzunehmen. Der Zusammenhang rechtlicher Bindungen zu wirtschaftlichen Entscheidungen kann bewertet und eingeschätzt werden.					
<b>Literaturhinweise</b> • Wichtige Gesetze des Wirtschaftsprivatrechts, 2018. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (4 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit		Gesamtzeit 150h



## 4. Wahlpflichtmodule

### 4.1. Technische Wahlpflichtmodule

#### 4.1.1. Anwendungsorientierte Mikrowellentechnik

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2104045000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Wahlpflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Anwendungsorientierte Mikrowellentechnik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<p><b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b></p> <p>Die Mikrowellentechnik befasst sich mit elektronischen Baugruppen und Übertragungssystemen im Frequenzbereich zwischen 1GHz und 300GHz. Die zugehörigen Wellenlängen erstrecken sich dabei von 1mm bis 300mm. Wir sprechen daher auch von so genannten Millimeterwellen. Neben dem klassischen Anwendungsbereich der Erzeugung, der Übertragung und des Empfangs von elektromagnetischen Wellen, insbesondere in Funkkommunikations- und Radarsystemen, erlangt die Mikrowellentechnik zunehmend Bedeutung in der leitungsgebundenen digitalen Signalübertragung mit Datenraten im Multi-Gigabit Bereich.</p> <p>Die Vorlesung führt in beide Anwendungsbereiche ein und erläutert deren grundlegende Anwendungsfelder. Schwerpunkt der Vorlesung ist die Behandlung des Workflows für die Realisierung der wichtigsten Baugruppen für beide Anwendungsfelder von deren Entwurf, über ihre Simulation und ihre technischen Realisierungsmöglichkeiten bis hin zur messtechnischen Verifikation der Baugruppen. Während für den Bereich der Radar- und Funkkommunikationssysteme vor allem Antennen und so genannten Analog Front-Ends die entscheidenden Baugruppen darstellen, sind für den Bereich der Multi-Gigabit Signalübertragung die frequenzabhängige Dämpfung, die Dispersion sowie die Verkopplung differentieller Übertragungsleitungen entscheidend, um eine ausreichende Signalintegrität zu garantieren.</p> <p>Die folgenden Baugruppen werden im Rahmen der Vorlesung behandelt: Antennen, wichtige Blöcke für die Realisierung von Analog Front-Ends, insbesondere rauscharme Eingangsverstärker (Low Noise Amplifiers - LNA), Leistungsverstärker (Power Amplifiers - PA) sowie Mischer und Oszillatoren, passive Bauteile für die Verbindung einzelner Blöcke in Analog Front-Ends oder für die Anbindung von Antennen an Analog Front-Ends, insbesondere Power-Splitter und Combiner, Richtkoppler und Hybridkoppler, Diplexer, Balanced-Unbalanced Übergänge (Baluns) und Transmission Line Transformer, differentielle Datenleitungen auf Leiterkarten und als verdrehte Zwei-Draht-Leitungen (Twisted Pair - TP).</p> <p>Die Vorlesung geht auf gängige Entwurfsmethoden, z.B. auf die Auslegung von Mikrowellenverstärkern mit Hilfe des Smith-Diagramms, ebenso ein, wie auf wichtige Simulationsmethoden, z.B. auf die Harmonic Balance Analyse von Leistungsverstärkern, auf die Momentenmethode der Feldsimulation für Antennen und Leiterkarten oder auf die Frequenzbereichssimulation für die Analyse der Signalintegrität von Multi-Gigabit Übertragungsleitungen. Weiterhin werden spezialisierte Messverfahren, wie die Vier-Tor Netzwerkanalyse für differentielle Übertragungsleitungen oder die Zeitbereichsreflektometrie behandelt.</p> <p>In den die Vorlesung begleitenden Laborübungen werden exemplarisch Designs für repräsentative Baugruppen erarbeitet und simuliert, sowie Prototypen der Baugruppen messtechnisch untersucht. Im Einzelnen werden dabei eine PCB-Antenne, ein LNA, ein PA sowie eine UTP-Leitung behandelt.</p> <p>Als Wahlpflichtmodul im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik behandelt das Modul die wichtigsten technischen Anwendungsfelder der Mikrowellentechnik und die jeweils zugehörigen Methoden für Analyse und Entwurf entsprechender Baugruppen. Das Modul baut auf dem Modul Hochfrequenztechnik auf.</p>					
<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen</li> <li>• Zentrale Anwendungsfelder der Mikrowellentechnik - Funkübertragungssysteme, Radarsysteme und Systeme für die leitungsgebundene, digitale Signalübertragung bei Datenraten im Multi-Gigabit Bereich</li> <li>• Antennen - Grundlagen der Antennentechnik - Entwurf, Simulation, technische Realisierung und messtechnische Charakterisierung von Antennen</li> <li>• Analog Front-Ends für Funkübertragungs- und Radarsysteme - Grundlagen des Designs von Hochfrequenzverstärkern - Entwurf, Simulation, technische Realisierung und messtechnische Charakterisierung von</li> </ul>					

rauscharmen Eingangsverstärkern (Low Noise Amplifiers - LNA) - Entwurf, Simulation, technische Realisierung und messtechnische Charakterisierung von Leistungsverstärkern (Power Amplifiers - PA) - Mischer und Oszillatoren

- Passive Baugruppen für die Anbindung von Antennen und die Verbindung einzelner Blöcke in Analog Front-Ends - Power-Splitter und Combiner - Richtkoppler und Hybridkoppler - Diplexer - Balanced-Unbalanced Übergänge (Baluns) - Transmission Line Transformer
- Leitungsgebundene, digitale Signalübertragung bei Datenraten im Multi-Gigabit Bereich - Modellierung von Datenleitungen im Mikrowellenbereich (frequenzabhängiger Dämpfung und Dispersion) - Cross-Talk - Differentielle Datenleitungen auf Leiterkarten und als verdrehte Zwei-Draht-Leitungen (Twisted Pair - TP) - Signalintegrität - Charakterisierung von differentiellen Übertragungsleitungen - Vier-Tor-Netzwerkanalyse und Zeitbereichsreflektometrie

Laborübungen zu den Themengebieten Entwurf, Simulation und messtechnische Charakterisierung von planaren Antennen auf Leiterkarten, Entwurf, Simulation und messtechnische Charakterisierung von Hochfrequenzverstärkern (LNA und PA) sowie Dispersion und Cross-Talk von Leitungen in der Mikrowellentechnik.

### Lernergebnisse

Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen:

#### Fachkompetenz

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- die Grundlagen der Beschreibung von Antennen erläutern,
- wichtige Schaltungskonzepte für Radio-Frequency-(RF)-Front-Ends analysieren,
- die grundlegenden Methoden für den Entwurf und die Dimensionierung von Hochfrequenzverstärkern mit Hilfe des Smith-Diagramms anwenden,
- wichtige passive Bauteile im Signalpfad von RF-Front-Ends entwerfen und dimensionieren,
- Antennen und Verstärkerschaltungen für Hochfrequenzanwendungen mit Hilfe von CAD Tools entwerfen und simulieren,
- die messtechnischen Methoden zur Charakterisierung von Antennen, Hochfrequenzverstärkern und Hochfrequenzleitungen erläutern, sie einsetzen und die entsprechenden Messergebnisse interpretieren sowie
- die Methoden zur Beschreibung des frequenzselektiven Verhaltens von Leitungen bei hohen Frequenzen anwenden und die wichtigsten Leitungsparameter berechnen.

#### Lern- und Methodenkompetenz

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- Herleitungen von Gesetzmäßigkeiten für komplexe Zusammenhänge in der Hochfrequenztechnik nachvollziehen und erklären,
- die Modellierung technischer Systeme auf Antennen, aktive Baugruppen der Hochfrequenztechnik und dispersionsbehaftete Leitungen anwenden und geeignete Modelle entwickeln,
- die wesentlichen Grundsätze hochfrequenztechnischer Messaufbauten für die Charakterisierung von Antennen, Verstärkern und Leitungen erfolgreich in der Praxis anwenden sowie
- die Methoden der elektromagnetischen Feldsimulation und der Harmonic Balance Analyse erläutern und auf einfache Beispiele anwenden.

### Literaturhinweise

- Münzner, R.: Anwendungsorientierte Mikrowellentechnik - Schaltungen und Baugruppen der Mikrowellentechnik - Entwurf, Charakterisierung & Anwendungen: Manuskript zur Vorlesung. THU, 2022.
- White J.F.: High Frequency Techniques. New York: John Wiley & Sons, 2004.
- Kark K.: Antennen und Strahlungsfelder - Elektromagnetische Wellen auf Leitungen, im Freiraum und ihre Abstrahlung. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2020.
- Volakis J.L.: Antenna Engineering Handbook. New York: McGraw Hill, 2018.
- Gonzales G.: Microwave Transistor Amplifiers - Analysis and Design. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996.
- Grosch Th.: Small Signal Microwave Amplifier Design. Tucker: Noble Publishing Corporation, 1999.
- Grebennikov A.: RF and Microwave Power Amplifier Design. New York: McGraw Hill, 2015.
- Meinke H. & Gundlach F.W.: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Band 1 - Grundlagen. Berlin: Springer, 1992.
- Meinke H. & Gundlach F.W.: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Band 2 - Komponenten. Berlin: Springer, 1992.

- Zinke O. & Brunswig H.: Hochfrequenztechnik 1 - Hochfrequenzfilter, Leitungen, Antennen. Berlin: Springer, 1999.
- Zinke O. & Brunswig H.: Hochfrequenztechnik 2 - Elektronik und Signalverarbeitung. Berlin: Springer, 1999.
- Johnson H.W. & Graham M.: High-Speed Signal Propagation - Advanced Black Magic. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

Lehr- und Lernform	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform	Klausur (90 min)	Vorleistung		
Vorausgesetzte Module	Elektronik oder Electronics, Hochfrequenztechnik			
Modulumfang	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

#### 4.1.2. Codierung und Kryptologie

<b>Modulkürzel</b> MB2104732000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	<b>Art</b> Wahlpflichtmodul	<b>Turnus</b> Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Codierung und Kryptographie					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b>					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationstheoretische Grundlagen</li> <li>• Quellencodierung</li> <li>• Algebraische Kanalcodierung</li> <li>• Faltungscodes</li> <li>• Codeverkettung</li> <li>• Symmetrische und asymmetrische Kryptologie</li> <li>• Elliptische Kryptologie</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundlegende Theorie erklären.</li> <li>• Codierungsverfahren zur Fehlererkennung und Fehlerkorrektur analysieren, bewerten, vergleichen und anwenden.</li> <li>• Code-Konstruktionen analysieren und anwenden.</li> <li>• Dekodieralgorithmen anwenden und bewerten.</li> <li>• die wichtigsten Verfahren und Prinzipien der klassischen sowie der modernen Kryptologie anwenden und deren Sicherheit einschätzen.</li> <li>• die zahlentheoretischen Grundlagen anwenden.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Bossert: Kanalcodierung. Oldenbourg Verlag, 2013.</li> <li>• S. Lin, D.J. Costello: Error Control Coding. Pearson, 2010.</li> <li>• T.M. Cover, J.A. Thomas: Elements of Information Theory. Wiley, 2022.</li> <li>• B. Schneier: Angewandte Kryptographie. Pearson, 2005.</li> <li>• W. Stallings: Cryptography and Network Security. Pearson, 2022.</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Seminar (4 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	
<b>Vorausgesetzte Module</b>	Mathematik für die Elektrotechnik 2 oder Mathematics for Electrical Engineering 2				
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h	

#### 4.1.3. Halbleiteroptik

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2104391000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Wahlpflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Halbleiteroptik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Das Modul Halbleiteroptik richtet sich an Studierende mit einem soliden Grundverständnis der Optik und Halbleiterphysik, das auf der Vorlesung ‚Physik 2‘ aufbaut. Es vertieft das Wissen und die Anwendung moderner optischer Methoden, die in der Halbleitertechnologie von zentraler Bedeutung sind. Dieses Modul befähigt die Studierenden, die Wechselwirkungen von Licht mit Halbleitermaterialien zu verstehen. Die erworbenen Kenntnisse bilden eine Grundlage für eine berufliche Laufbahn in der Forschung und Entwicklung von optoelektronischen Bauelementen, wie Lasern, Leuchtdioden (LEDs), Solarzellen und optischen Kommunikationssystemen.					
<b>Inhalt</b> Das Modul umfasst folgende Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Grundlagen der Quantenphysik</b> (Wellen-Teilchen-Dualismus und Quantenmechanik, Schrödinger-Gleichung, Heisenbergs Unschärferelation, Konzept der Energiequantisierung und ihre Anwendung auf Halbleiter)</li> <li>• <b>Grundlagen der Halbleiterphysik</b> (Kristallstruktur und Bandstruktur von Halbleitern, Elektronentransporteigenschaften und Rekombination, Halbleitermaterialien)</li> <li>• <b>Optische Eigenschaften von Halbleitern</b> (Absorption, Emission und Streuung von Licht in Halbleitern, Photonen- und Elektronenwechselwirkungen, Optische Übergänge und Relaxationsprozesse)</li> <li>• <b>Halbleiterlaser und Leuchtdioden (LEDs)</b> (Prinzipien der Laser- und LED-Technologie, Injektions- und optische Anregung, Anwendungen von Halbleiterlasern und LEDs in der Kommunikation und Bildgebung)</li> <li>• <b>Optoelektronische Bauelemente:</b> (Solarzellen: Wirkungsweise und Materialien, Photodetektoren und ihre Anwendungen, Halbleiterbasierte optische Modulatoren)</li> <li>• <b>Optische Charakterisierungstechniken:</b> (Spektroskopie, Reflexion, Transmission und Streuung, Zeitaufgelöste Messmethoden zur Untersuchung der Dynamik optischer Prozesse in Halbleitern)</li> <li>• <b>Aktuelle Forschungstrends und Entwicklungen</b> (Integration von Halbleiteroptik in moderne Technologien wie Quantencomputer, Lasertechnologie und optische Kommunikation.)</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sollen die Studierenden in der Lage sein, die optischen Eigenschaften von Halbleitermaterialien zu verstehen und die physikalischen Prinzipien hinter optoelektronischen Bauelementen zu erläutern.</li> </ul> <b>Fachkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlangen tiefgehende Kenntnisse über die Wechselwirkungen von Licht mit Halbleitern und können diese auf verschiedene optoelektronische Bauelemente anwenden.</li> <li>• Sie verstehen die physikalischen Grundlagen von optischen Halbleiterkomponenten und moderne optische Technologien und deren Anwendungen</li> </ul> <b>Methodenkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben die Fertigkeit, einen wissenschaftlichen Sachverhalt selbständig zu erarbeiten sowie ihre Ergebnisse in einer Präsentation zu präsentieren</li> </ul> <b>Sozial- und Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verbessern ihre Teamarbeit und Kommunikationsfähigkeiten durch Projektarbeit und Diskussionen aktueller Forschungsthemen.</li> <li>• Sie entwickeln die Fähigkeit, wissenschaftliche Ergebnisse klar und präzise zu präsentieren, sowohl schriftlich als auch mündlich.</li> </ul>					

<b>Literaturhinweis</b> • F. Thuselt: „Physik der Halbleiterbauelemente“				
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Bericht, Referat, mündliche Prüfung		<b>Vorleistung</b>	Bericht
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

#### 4.1.4. Höhere Mathematik

<b>Modulkürzel</b> MB2104731000	<b>ECTS</b> 6	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	<b>Art</b> Wahlpflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Höhere Mathematik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Es werden theoretische Konzepte der Mathematik besprochen und geübt. Ein generelles Ziel ist es, den Studierenden die Voraussetzungen für ein forschungsorientiertes Masterstudium zu geben.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Theoretische Grundlagen der ein- und mehrdimensionalen Analysis</li><li>• Theoretische Grundlagen der linearen Algebra</li><li>• Theoretische Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung</li><li>• Funktionalanalytische Strukturen und ihre Anwendungen.</li><li>• Die wichtigsten Ergebnisse der Funktionentheorie</li><li>• Überblick über die wichtigsten bisher nicht vermittelten Mathematikgebiete des Unistudiums</li></ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mathematische Beweise nachvollziehen und überprüfen</li><li>• die theoretischen Grundlagen von Analysis und Linearer Algebra sicher beherrschen</li><li>• wichtige mathematische Strukturen erkennen und unterscheiden</li></ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• einfache mathematische Beweise selbst führen</li><li>• geeignete mathematische Strukturen zur Problembeschreibung auswählen und anwenden</li></ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Erhöhte Abstraktionsfähigkeit, um ein forschungsorientiertes Masterstudium an einer Universität aufnehmen</li></ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• H.Heuser: Lehrbuch der Analysis. Vieweg+Teubner Verlag, 2008.</li><li>• E.Kreyszig: Advanced Engineering Mathematics. Wiley, 2015</li><li>• G.Strang: Lineare Algebra. Springer, 2013</li></ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung					
<b>Lehr- und Lernform</b>		Seminar (4 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>		Klausur (90 min)	<b>Vorleistung</b>		
<b>Vorausgesetzte Module</b>		Mathematik für die Elektrotechnik 2 oder Mathematics for Electrical Engineering 2			
<b>Modulumfang</b>		Präsenzzeit 60h	Selbststudium 120h	Praxiszeit	Gesamtzeit 180h



#### 4.1.5. Intelligente Solar- und Speicherelektronik

<b>Modulkürzel</b> MB2103993000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	<b>Art</b> Wahlpflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Intelligente Solar- und Speicherelektronik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik, Fahrzeugelektronik, Fahrzeugtechnik, Industrielektronik, Maschinenbau, Mechatronik, Nachrichtentechnik, Wirtschaftsingenieurwesen					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Im Modul Solarelektronik werden Aspekte der Systemtechnik bei photovoltaischen Solaranlagen besprochen. Solche Solaranlagen werden zunehmend im häuslichen, öffentlichen und industriellen Umfeld errichtet. Generelles Ziel ist es, den Studierenden den Aufbau und die Funktion photovoltaischer Solarsysteme zu vermitteln. Der Hörer soll in der Lage sein, die Komponenten zu beurteilen, zu dimensionieren und im Falle von leistungselektronischen Reglern auch selber zu entwickeln.					
<b>Inhalt</b> <b>Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Solarzellen</li> <li>• Aufbau und Funktion von Akkumulatoren (Pb, NiXX, LiXX, Redox)</li> <li>• Elektrische Geräte in Solarsystemen</li> <li>• Elektronische Komponenten für photovoltaische Solaranlagen</li> <li>• Konzeption photovoltaischer Solaranlagen</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: <b>Fachkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktion und Aufbau von Solarzellen verstehen</li> <li>• Funktion und Aufbau geeigneter Speicher und Batterien verstehen</li> <li>• Geeignete Ladestrategien für die Speicher auswählen</li> <li>• Leistungselektronische Komponenten beurteilen, auswählen und ggf. entwickeln</li> <li>• Photovoltaische Solarsysteme konzipieren und dimensionieren.</li> </ul> <b>Methodenkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösungsansätze zur Anpassung verschiedener Lasten an den Solargenerator finden</li> <li>• Strategien zum kostenoptimalen Aufbau photovoltaischer Solarsysteme finden</li> <li>• Nutzungsstrategien für Solarsysteme entwickeln</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Mündliche Prüfung (30 min)		<b>Vorleistung</b>	Laborarbeit	
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h	

#### 4.1.6. Linux

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2103304000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Wahlpflichtmodul	Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Linux					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Es werden praktische und theoretische Konzepte von Betriebssystemen insbesondere von Linux besprochen und geübt. Ein generelles Ziel ist es, den Studierenden einen Überblick über die Linux-Welt zu geben. Der Hörende soll in der Lage sein, einfache Systeme zu administrieren und Software unter Linux zu entwickeln.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick: Geschichte, Distributionen, Live-CDs</li> <li>• Die Bash: Elementare Kommandos, Zugriffsrechte, FHS, Prozesskontrolle</li> <li>• Die Programmierung von Shell-Skripten</li> <li>• Die C-Programmierung: Tools: emacs/vi, gcc, gdb, make, efence</li> <li>• Systemprogrammierung: Prozesse, Threads, Synchronisation, Kommunikation</li> <li>• Das X-Window-System</li> <li>• Elementare Systemverwaltung: Benutzerverwaltung, Linux im Netzwerk</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzepte und Möglichkeiten von Linux erklären und anwenden</li> <li>• Shell-Skripte entwickeln</li> <li>• Einfache Systeme administrieren</li> <li>• Einfache Systemprogramme in C erstellen</li> <li>• Linux anwenden</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemstellungen analysieren und eine Softwarelösung dazu realisieren können</li> <li>• selbständiges Erarbeiten von Lösungsstrategien</li> <li>• einschätzen, welche Programmiertechnik in einem bestimmten Kontext sinnvoll einzusetzen ist</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die eigenen konzeptuellen, analytischen und kreativen Fähigkeiten realistisch einzuschätzen</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kofler M.: Linux - Das umfassende Handbuch. Rheinwerk Computing 2021.</li> <li>• Wolf, J.; Wolf, K.: Linux-UNIX-Programmierung - Das umfassende Handbuch. Rheinwerk Computing, 2016.</li> <li>• Sommer, F.: Shell-Programmierung - Das umfassende Handbuch. Rheinwerk Computing, 2022.</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (4 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h	

#### 4.1.7. Numerische Mathematik

<b>Modulkürzel</b> MB2104727000	<b>ECTS</b> 5	<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Semester</b> 6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	<b>Art</b> Wahlpflichtmodul	<b>Turnus</b> Sommer- und Wintersemester
<b>Modultitel:</b> Numerische Mathematik					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Fragestellungen, die mit den hier entwickelten mathematischen Methoden behandelt werden können, treten in vielen technischen Anwendungen auf. Das Beherrschen dieser Methoden ermöglicht das Lösen von Problemen in diesem Umfeld. MATLAB ist ein in der Industrie weit verbreitetes Tool zur Behandlung numerischer Probleme.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösung von linearen und nicht-linearen Gleichungssystemen</li> <li>• Numerische Integration und Differentiation</li> <li>• Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>• Matrixzerlegungen und deren Anwendungen</li> <li>• Kondition von Problemen</li> <li>• Konvergenzordnungen von Verfahren</li> <li>• Fehleranalyse bei numerischen Berechnungen</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die wichtigsten numerischen Iterationsverfahren zur Lösung von Gleichungen kennen</li> <li>• numerische Interpolations- und Integrationsverfahren anwenden</li> <li>• Verfahren zur numerischen Lösung von Differentialgleichungen anwenden</li> <li>• MATLAB-Routinen zur Lösung numerischer Probleme kennen und einsetzen</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• algorithmisch denken und Algorithmen in Programme umsetzen</li> <li>• Einsatzmöglichkeiten numerischer Verfahren erkennen</li> <li>• numerische Probleme in MATLAB lösen</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse von numerischen Verfahren kritisch beurteilen</li> <li>• Einschätzung der eigenen Fähigkeiten bei der Analyse von Problemstellungen und der Erarbeitung von Lösungen</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stein, Ulrich: Programmieren mit MATLAB. Leipzig: Carl Hanser Verlag, 2017</li> <li>• Adam, Stefan: MATLAB und Mathematik kompetent einsetzen. Weinheim: Wiley-VCH Verlag, 2017</li> <li>• Chapman, Stephen: MATLAB-Programming for Engineers: Cengage Learning 2015.</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Programmierpraktikum (1 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h	

#### 4.1.8. Photovoltaische Inselssysteme

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2103330000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Wahlpflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Photovoltaische Inselssysteme					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul</b> Digitale Produktion, Energieinformationsmanagement, Energietechnik, Elektrotechnik und Informationstechnik, Energiewirtschaft international, Fahrzeugtechnik, Industrieelektronik, Maschinenbau, Mechatronik, Medizintechnik, Produktionsmanagement, Umwelttechnik, Wirtschaftsingenieurwesen, Wirtschaftsingenieurwesen / Logistik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Im Wahlmodul "Photovoltaische Inselssysteme" werden praktische und theoretische Aspekte bei der Realisation photovoltaischer Solaranlagen besprochen und ausgeübt. Generelles Ziel ist es, den Studierenden zu ermöglichen photovoltaische Solarsysteme zu konzipieren und aufzubauen. Der Hörer soll in der Lage sein die Komponenten auszuwählen, selber zu entwickeln und funktionstüchtige Systeme zu realisieren.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Theorie: Detaillierte Kenntnisse über Batterien und Ladereglerkonzepte</li> <li>• Praxis: Aufbau von kleinen Solarsystemen als Laborübung</li> <li>• Praxis: Messung von Solarkennlinien und anderen Größen im lebenden System</li> <li>• Praktisches Projektmanagement</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: <b>Fachkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solarzellen und andere Komponenten von photovoltaischen Solaranlagen vermessen</li> <li>• Komplette Systeme konzipieren und realisieren</li> <li>• Für verschiedene Geräte geeignete Stromversorgungskonzepte realisieren</li> <li>• Für verschiedene Geräte geeignete Speicherkonzepte realisieren</li> <li>• Leistungselektronische Komponenten für das System- und Speichermanagement zu entwickeln und aufzubauen</li> </ul> <b>Methodenkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösungsansätze zu Anpassung von verschiedenen Lasten an den Solargenerator finden</li> <li>• Strategien zum kostenoptimalen Aufbau von photovoltaischen Solarsystemen finden</li> <li>• Nutzungsstrategien für Solarsysteme entwickeln</li> </ul> <b>Sozial- und Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einzeln und in Kleingruppen Aufgaben im Bereich von kleinen Energieversorgungssystemen lösen</li> <li>• regelmäßig in größeren Gruppen über den Arbeitsfortschritt berichten und die eingeschlagene Richtung vertreten</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Heinrich Häberlin: Photovoltaik: Strom aus Sonnenlicht für Verbundnetz und Inselanlagen. Electro Suisse, 2010.</li> <li>• Wolfgang Weydanz, Andreas Jossen: Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen. Reichardt, 2006.</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h		Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

#### 4.1.9. Python

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2103477000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Wahlpflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Python					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Es werden praktische und theoretische Konzepte von Python besprochen und geübt. Ein generelles Ziel ist es, den Studierenden einen Überblick über Python und die wichtigsten Module zu geben. Der Hörende soll in der Lage sein, schnell und effektiv Python-Code zu entwickeln.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterschiede zwischen Python und C++</li> <li>• Schleifen, Verzweigungen, Funktionen</li> <li>• Basisdatentypen und Datenstrukturen</li> <li>• Klassen</li> <li>• Exception Handling</li> <li>• Datei- und Stringverarbeitung, Reguläre Ausdrücke</li> <li>• Einführung in die GUI-Programmierung</li> <li>• Modularisierung und Benutzen von Modulen</li> <li>• Überblick über die Standardbibliothek</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <b>Fachkompetenz</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen die wichtigsten grundlegenden Merkmale der Sprache;</li> <li>• sind dazu befähigt, selbständig praktische Problemformulierungen in Python-Code umzusetzen;</li> <li>• kennen die weitreichenden Ressourcen der Standardbibliothek und können sie sachgerecht anwenden.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehler systematisch eingrenzen und Probleme zielgerichtet lösen</li> <li>• Komplexe Aufgaben in Teilaufgaben zerlegen und Teillösungen zu einer Gesamtlösung kombinieren</li> <li>• einschätzen, welche Programmier Technik in einem bestimmten Kontext sinnvoll einzusetzen ist</li> </ul> <b>Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die eigenen konzeptuellen, analytischen und kreativen Fähigkeiten realistisch einzuschätzen</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weigend, M.: Python 3 - Lernen und professionell anwenden. mitp, 2022.</li> <li>• Ernesti, J.; Kaiser, P.: Python 3 - Das umfassende Handbuch. Rheinwerk Computing, 2020.</li> </ul> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung					
<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (4 SWS)				
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)			<b>Vorleistung</b>	
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h	

#### 4.1.10. Safe Automation

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Semester	Art	Turnus
MB2103309000	5	Deutsch	6 oder 7 (ET) 8 oder 9 (ETd)	Wahlpflichtmodul	Sommersemester
<b>Modultitel:</b> Safe Automation					
<b>Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul</b> Elektrotechnik und Informationstechnik					
<b>Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs</b> Es werden praktische und theoretische Konzepte der sicheren Automation besprochen und geübt. Ein generelles Ziel ist es, den Studierenden einen Überblick über die Maschinenrichtlinie und die daraus wichtigsten Konzepte und Methoden für die Steuerungstechnik zu geben. Der Hörende soll in der Lage sein, Sicherheitsbewertungen durchzuführen und mit den daraus gewonnenen Erkenntnissen eine fehlersichere Steuerungsarchitektur aufzubauen.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Übersicht</li> <li>• Normengremien</li> <li>• Normen verschiedene Sicherheitsbereiche</li> <li>• Organisation und Dokumentation (functional safety management FSM)</li> <li>• Kenngrößen der Sicherheitsbewertung</li> <li>• Architekturen</li> <li>• Sichere Bussysteme</li> <li>• Antriebstechnik</li> <li>• Software</li> <li>• Test von elektronischen Systemen</li> <li>• Statistische Tests</li> </ul>					
<b>Lernergebnisse</b> <b>Fachkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipiell Sicherheitsbewertung durchführen können.</li> <li>• Aufbau und Architekturen von elektronischen Sicherheitssystemen kennen.</li> <li>• Sichere Bussysteme verstehen können</li> <li>• Prinzipielles Vorgehen bei der Entwicklung sicherer Software anwenden können.</li> <li>• Prinzipielle Testmethoden von sicheren Systemen verstehen.</li> <li>• Grundlegenden Normen und Standards der Sicherheitstechnik kennen.</li> </ul> <b>Lern- und Methodenkompetenz</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurfsmethoden auf die Sicherheitstechnik zu übertragen: Auswahl von Steuerungstypen und Architekturen,</li> <li>• Sicherheitstechnische Parameter zu erklären und Datenblättern zu interpretieren,</li> <li>• Zielgerichtetes und effektives Lernen durch Selbststudium und Laborarbeit praktizieren.</li> </ul> <b>Sozial- und Selbstkompetenz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende beschaffen und bewerten selbstständig technische Informationen.</li> <li>• Studierende üben und arbeiten in wechselnden Teamkonstellationen.</li> </ul>					
<b>Literaturhinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Josef Börcsök: <i>Elektronische Sicherheitssysteme</i>. Hüthig Verlag Heidelberg, 2007.</li> <li>• Josef Börcsök: <i>Funktionale Sicherheit</i>. VDE-Verlag, 2015.</li> <li>• Peter Wratil, Michael Kieviet: <i>Sicherheitstechnik für Komponenten und Systeme</i>. VDE-Verlag, 2010.</li> <li>• Peter Wratil, Michael Kieviet, Werner Röhrs: <i>Sicherheit für Maschinen und Anlagen</i>. VDE-Verlag, 2014.</li> </ul>					

- Günter Pritschow: *Einführung in die Steuerungstechnik*. Hanser Verlag, 2006.
- Dominik Stöckle: *Vorlesungsskript*.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

<b>Lehr- und Lernform</b>	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
<b>Prüfungsform</b>	Klausur (90 min)		<b>Vorleistung</b>	
<b>Modulumfang</b>	Präsenzzeit 60h	Selbststudium 90h	Praxiszeit	Gesamtzeit 150h

## 4.2. Sprachen

Die Sprachmodule sind in einem gesonderten Modulhandbuch dargestellt.



#### 4.3. Wahlpflichtmodule aus dem Bereich Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Die Module der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sind in einem gesonderten Modulhandbuch dargestellt.

## 5. Beschreibung der Schwerpunkte (Vertiefungsrichtungen)

## 5.1. Automatisierung

Schwerpunkt <i>Module, Ansprechpartner, Schlagworte</i>	Beschreibung
<b>Automatisierung</b>  <i>Module</i> Sensors and Bussystems Steuerungstechnik Aktorsysteme Methoden der Regelungstechnik  <i>Schlagworte</i> Sensoren, Aktoren, Bussysteme, Steuerungstechnik, SPS, Regelungstechnik, Industrie 4.0, smarte Systeme	<p>Die Anforderungen an moderne Automatisierungslösungen werden stetig höher und betreffen auch sicherheitskritische Bereiche. Smarte Sensoren und Aktoren kommunizieren über Bussysteme sowohl miteinander als auch mit den Zentraleinheiten und müssen diesen Anforderungen Rechnung tragen; Prozessdaten werden für weitere Optimierungen genutzt. Gerade im Bereich der Digitalisierung (sowohl der Hardware aber auch virtuell, z.B. „digitaler Zwilling“ oder virtuelle Sensoren) und Vernetzung (z.B. Industrie 4.0) und Verlagerung von Teilfunktionen auf <i>smarte</i> Komponenten entwickelt sich das Gebiet ständig weiter.</p> <p>Heutzutage werden Automatisierungslösungen nahezu ausschließlich auf digitalen, elektrischen Steuerungskomponenten umgesetzt. Die Schnittstellen zu dem zu automatisierenden System bilden Sensoren und Aktoren, die ihrerseits oft über sogenannte (Feld-)Bussysteme angebunden sind.</p> <p>Sensoren wandeln die zu messenden Systemgrößen durch geeignete physikalische Effekte in elektrische Signale. Das Modul „<b>Sensoren und Bussysteme</b>“ vermittelt die wichtigsten Wirkprinzipien, Störgrößen und Eigenschaften/ Kennzahlen (z.B. Auflösung, Genauigkeit, Dynamik) von Sensorsystemen sowie typische Anwendungen, ebenso wie einen Überblick über die wichtigsten (Feld-) Bussysteme zur Vernetzung von Sensoren, Aktoren mit der Steuerung sowie z.B. der Anbindung an überlagerte Prozessleitebenen oder IT.</p> <p>Im Gegensatz zu Sensoren wandeln Aktoren in umgekehrter Richtung elektrische Signale in geeignete physikalische Größen zur Steuerung von Systemen. Die wichtigsten Wirkprinzipien, Kenndaten, Anwendungen und Beispiele werden in dem Modul „<b>Aktorsysteme</b>“ vermittelt – ebenso wie das theoretische Wissen und Werkzeuge zur Auslegung und Auswahl typischer Aktoren.</p> <p>Die Signalverarbeitung (Eingänge) und Ansteuerung (Ausgänge) erfolgt in der Steuerungstechnik in so genannten „Speicherprogrammierbaren Steuerungen“ (SPS). Das Modul „<b>Steuerungstechnik</b>“ lehrt den Aufbau und die Funktionsweise von Automatisierungslösungen. Schwerpunkte sind die Hardware, die Entwicklungsumgebungen in Theorie und Praxis (Labor) mit der Implementierung und Visualisierung eigener kleiner Automatisierungsprojekte.</p> <p>Für Automatisierungssysteme mit besonders hohen Qualitäts- und Robustheitsansprüchen (insbesondere gegen externe Störungen sowie Veränderungen des Systems oder der Umwelt) werden Regelkreise eingesetzt. Hierbei nutzen Regler kontinuierlich Sensorwerte und mathematische Modelle zur Berechnung der Ansteuerung der Aktoren. Regelungen können sowohl auf SPS als auch auf dedizierten Steuergeräten implementiert werden.</p> <p>Die Regelungstechnik bietet Werkzeuge zur Analyse und Optimierung komplexer technischer Systeme. Das Modul „<b>Methoden der Regelungstechnik</b>“ erweitert die „klassische Regelungstechnik“ der Grundlagenvorlesung um weitere, modernere Verfahren und behandelt wichtige Probleme aus der Praxis.</p>

	Wann wird dieses Modul angeboten?	Wann sollte das Modul belegt werden?	
		Studierende, die zum <b>WS</b> in das Hauptstudium kommen:	Studierende, die zum <b>SS</b> in das Hauptstudium kommen:
Steuerungstechnik	WS	3. Sem.	4. Sem.
Sensors and Bussystems	SS	4. Sem.	3. Sem.
Methoden der Regelungstechnik	SS	6. Sem.	7. Sem.
Aktorsysteme	WS	7. Sem.	6. Sem.

## 5.2. Fahrzeugsysteme

Schwerpunkt <i>Module, Ansprechpartner, Schlagworte</i>	Beschreibung
<b>Fahrzeugsysteme</b>  <i>Module</i>  Automotive Engineering Autonomous Driving Sensoren und Bussysteme Fahrwerkstechnik  <i>Schlagworte</i> Autonomes Fahren, Sicherheit im Fahrzeug, Fahrerassistenz	<p>Die Fahrzeugelektronik gilt heute als die Triebfeder für innovative Entwicklungen der Fahrzeugsysteme in der Automobilindustrie und ist für die meisten Neuheiten Ansprechpartner. Nun steht die nächste Revolution bevor: Der Verbrennungsmotor wird durch elektrische Antriebe substituiert und autonom fahrenden Fahrzeuge werden entwickelt. Zwar faszinieren in erster Linie Design und mechanische Kenndaten neuer Automodelle, das zukunftssträchtige Entwicklungspotential liegt jedoch im Bereich der Elektrotechnik und der Informationstechnik und hier insbesondere bei Sensorik, Informationsübertragung, Mikrocomputertechnik, Software-Engineering und moderner Fahrwerkstechnik. Der Schwerpunkt behandelt hierfür die relevanten Methoden, Verfahren und Subsysteme von konkreten Fahrzeugsystemen in den einzelnen Lehrmodulen.</p> <p>Die heutigen Elektrik-/Elektronik-Architekturen verbinden bis zu hundert Steuergeräte, ermöglichen moderne Fahrerassistenzsysteme und erhöhen dadurch die Fahrsicherheit. Zur Bereitstellung neuer Funktionalitäten werden verschiedene Bussysteme im Fahrzeug verwendet, so dass die zur Verfügung stehenden Übertragungsraten immer mehr zunehmen. Diese Komplexität stellt besondere Anforderungen an die Entwicklung derartiger Systeme und wird im Modul Automotive Engineering behandelt.</p> <p>Für das autonome Fahren erfassen mehrere Sensoren wie z.B. Kamera und Radar in Echtzeit das komplette Fahrzeugumfeld und steuern intelligent die Fahrwerkstechnik. Dabei kommen für die Signalverarbeitung Bausteine wie FPGA (Field Programmable Gate Array) und spezielle SoC (System on Chip) zum Einsatz. Auch die Integration der Unterhaltungselektronik und der Komponenten für die Ermöglichung der Konnektivität nimmt einen immer größeren Stellenwert ein und ist Teil des „Connected Car“-Ansatzes. Dabei liegt die Herausforderung in der Kombination der besonderen Sicherheits-, Qualitäts- und Lebensdauieranforderungen der Automobilindustrie.</p> <p>Die Studieninhalte des Schwerpunkts bereiten auf die vielfältigen Aufgaben in Forschung und Entwicklung für die Fahrzeugsysteme des intelligenten Fahrzeugs der Zukunft vor.</p>

	Wann wird dieses Modul angeboten?	Wann sollte das Modul belegt werden?	
		Studierende, die zum <b>WS</b> in das Hauptstudium kommen:	Studierende, die zum <b>SS</b> in das Hauptstudium kommen:
Sensoren und Bussysteme	WS	3. Sem.	4. Sem.
Fahrwerkstechnik	SS	4. Sem.	3. Sem.
Automotive Engineering	SS	6. Sem.	7. Sem.
Autonomous Driving	WS	7. Sem.	6. Sem.

### 5.3. High Speed Electronics

Schwerpunkt <i>Module, Ansprechpartner, Schlagworte</i>	Beschreibung
<p><b>High Speed Electronics</b></p> <p><i>Module</i> Digitale Schaltungen und Systeme Hochfrequenztechnik Schaltungen der Kommunikationstechnik Electromagnetic Compatibility</p> <p><i>Schlagworte</i> Analoge Schaltungsentwicklung, Systems on Chip, Chipdesign, Programmierbare ICs und FPGAs, Hochfrequenztechnik, Elektromagnetische Verträglichkeit, Analog Front-Ends für Funksysteme, Energy Harvesting</p>	<p>In Ergänzung zu einer größeren Zahl von eher an Betrachtungen auf Systemebene orientierten Schwerpunkten im Spezialstudium bieten die beiden Schwerpunkte <i>Leistungselektronik und Energietechnik</i> sowie <i>High Speed Electronics</i> sich ergänzende Vertiefungsrichtungen im Bereich der Hardware.</p> <p>Der Schwerpunkt <i>High Speed Electronics</i> vertieft hierbei Design, Analyse und Messtechnik für schnelle und auf geringen Energieverbrauch ausgelegte analoge und digitale Schaltungen, wie sie in sehr vielen Systemen für die elektronische Realisierung komplexer Funktionalitäten eingesetzt werden, z.B. in der Nachrichtenübertragungstechnik, der Steuerungs- und Regelungstechnik, der Sensorik, der Medizintechnik oder der Fahrzeugelektronik. Die im Schwerpunkt behandelten Themenbereiche decken zentrale schaltungstechnische Grundelemente wie Verstärker, Mischer und Filter ebenso ab, wie die Grundlagen der Hochfrequenz- und Antennentechnik und das Themengebiet der elektromagnetischen Verträglichkeit. Die Entwicklung digitaler Schaltungen und Systeme, insbesondere die Herangehensweisen der sogenannten High-Level-Synthese und des Hardware-Software-Co-Designs, sowie ausgewählte Aspekte aus dem Bereich der Schaltungen für Kommunikationssysteme, z.B. Sender und Empfänger für Funkkommunikationssysteme, stellen die weiteren zentralen Themenbereiche der Lehre in diesem Schwerpunkt dar.</p> <p>Die Studieninhalte des Schwerpunkts bereiten auf die vielfältigen Aufgaben von Entwicklungsingenieuren im Bereich der Schaltungsentwicklung für komplexe informationsverarbeitende Systeme vor. Solche Systeme werden in fast allen Bereichen der Industrie entwickelt und eingesetzt. Sie finden einen breiten Einsatzbereich, der von der Kommunikations-, Steuerungs- und Sicherheitstechnik im Kraftfahrzeug über die Steuerung und Regelung komplexer Maschinen und Anlagen, insbesondere im Kontext zukünftiger, hochflexibler Produktionsanlagen („Industrie 4.0“) bis hin zur Consumer-, Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik sowie deren weitreichender Vernetzung („Internet der Dinge“) reicht. Aktuelle Anwendungsfelder für derartige Systeme sind z.B. 5G Mobilfunknetze, Smart Systems für das Internet der Systeme (IoS), Vehicle to X (V2X) Communications, autonomes Fahren, etc.</p>

	Wann wird dieses Modul angeboten?	Wann sollte das Modul belegt werden?	
		Studierende, die zum <b>WS</b> in das Hauptstudium kommen:	Studierende, die zum <b>SS</b> in das Hauptstudium kommen:
Hochfrequenztechnik	WS	3. Sem.	4. Sem.
Digitale Schaltungen und Systeme	SS	4. Sem.	3. Sem.
Electromagnetic Compatibility	SS	6. Sem.	7. Sem.
Schaltungen der Kommunikationstechnik	WS	7. Sem.	6. Sem.

#### 5.4. Internet of Things und KI

Schwerpunkt <i>Module, Ansprechpartner, Schlagworte</i>	Beschreibung
<p><b>Internet of Things und KI</b></p> <p><i>Module</i> Datenbanken Distributed Systems Data Science und KI Edge Computing und KI</p> <p><i>Schlagworte</i> Automatisierung, Kommunikation, Smart Objects, Intelligente Systeme, Maschinelles Lernen, KI</p>	<p>Dinge, die über das Internet eigenständig miteinander kommunizieren und Aufgaben automatisiert erledigen, bilden das "Internet of Things" (IoT). Sie erleichtern den Alltag und bieten im industriellen Umfeld mittlerweile wettbewerbsentscheidende Möglichkeiten, insbesondere wenn sie an geeigneter Stelle auch Methoden der künstlichen Intelligenz (KI) bzw. des maschinellen Lernens einsetzen.</p> <p>Im Internet der Dinge kann jedes mit Intelligenz ausgestattete Objekt oder intelligente Electronic Devices an der Kommunikation teilnehmen. Egal ob Messwerte von Smart Metern oder Sensordaten von Bewegungsmeldern abgefragt werden, Vision-Sensoren zur Mustererkennung eingesetzt, Aktoren gesteuert werden, Sprachdaten zwischen Kommunikationspartnern ausgetauscht oder Websites über einen 2D-Code aufgerufen werden. Jedes Objekt ist eingebunden, ein Lichtschalter ebenso wie ein RFID-Tag, Kraftfahrzeuge, die mittels Car to Car Communication (C2C) oder Car to Infrastructure Communication (C2I) Verkehrsinformationen miteinander austauschen, Patienten, die ihre Daten an eine Überwachungszentrale übermitteln oder Käufer, die ihre Bestellungen und Auslieferungen im Internet verfolgen können. Es werden hierbei große Datenmengen generiert, die bei geeigneter Aufbereitung die Basis für verschiedenste Arten von Prognosen bilden und Wertschöpfung mittels künstlicher Intelligenz ermöglichen.</p> <p>Der Bereich IoT vereint verschiedene Kompetenzgebiete der Elektrotechnik und der Informatik. Der hierfür angebotene Schwerpunkt vermittelt insbesondere die notwendigen Kenntnisse, die zusätzlich zu einem Basisstudium der Elektrotechnik für intelligente hardwarenahe Systeme und den Einsatz von KI notwendig sind. Diese liegen im Bereich der Entwicklung digital vernetzter Systeme, Kernkompetenzen beim Umgang mit und der Nutzung von großen Datenmengen und beim Einsatz und Verständnis verschiedener Methoden des maschinellen Lernens.</p>

	Wann wird dieses Modul angeboten?	Wann sollte das Modul belegt werden?	
		Studierende, die zum <b>WS</b> in das Hauptstudium kommen:	Studierende, die zum <b>SS</b> in das Hauptstudium kommen:
Datenbanken	WS	3. Sem.	4. Sem.
Distributed Systems	SS	4. Sem.	3. Sem.
Data Science und KI	SS	6. Sem.	7. Sem.
Edge Computing und KI	WS	7. Sem.	6. Sem.

## 5.5. Kommunikationssysteme

Schwerpunkt <i>Module, Ansprechpartner, Schlagworte</i>	Beschreibung
<b>Kommunikationssysteme</b>  <i>Module</i> Wired Communications Methoden der Kommunikationstechnik Funkkommunikation Simulation von Kommunikationssystemen  <i>Schlagworte</i> Lokale und weltweite Vernetzung, Mobilfunk, Internet, Mobiles Internet, Smartphone, Smart Systems	<p>Digitale Kommunikations-Systeme sind das Rückgrat der global vernetzten Welt. Das betrifft inzwischen alle Lebensbereiche wie Wohnen, Arbeiten, Verwaltung, Verkehr und Freizeit. Das Smartphone steht sinnbildlich für die universelle Schnittstelle des Menschen zum Kommunikationsnetz und für den selbstverständlichen Zugang zur digitalen Welt. Der Vernetzungsgrad, die Menge der ausgetauschten Daten und die Reaktionsgeschwindigkeit nehmen stetig zu.</p> <p>So wird z.B. die 5. Generation Mobilfunknetze (5G) die zentrale Kommunikationsinfrastruktur für Anwendungen wie Internet of Systems (IoS), Smart Factory („Industrie 4.0“) oder Vehicle to X Communication (V2X) bereitstellen. Smart Meter in der Energieversorgung, Sensoren und Aktoren in der Industrie- und der Hausautomatisierung, Steuergeräte in Fahrzeugen und natürlich unsere Büro- und Heim-PCs – sie alle sind an diese Kommunikationsinfrastruktur angeschlossen.</p> <p>Der Studien-Schwerpunkt Kommunikationssysteme behandelt Methoden, Verfahren, Algorithmen, Module, Subsysteme und Systeme heutiger Kommunikationsnetze. Die Begriffswelt dazu haben Sie teilweise in ihrem Basisstudium kennengelernt. Ihr Wissen wird weiter ausgebaut, Sie lernen die Funktionsweise von konkreten Systemen kennen, wie z.B. WLAN, optisches Transportnetz und Mobilfunk. Wie später im Beruf werden Subsysteme und Systeme zunächst modelliert und simuliert. Das ermöglicht – ohne großen Hardware-Aufwand – Einsicht in die Funktionsweise von Systemen und in ihre Leistungsfähigkeit.</p> <p>In den Lernmodulen geht es u.a. um Codierungsverfahren zur Kompression und zum Fehlerschutz, um Leitungscodierung und Modulationsverfahren, um optische Übertragung mittels Glasfaser, um Verkehrstheorie und Kryptographie, um grundlegende Netzstrukturen und Netzmanagement, um digitale Signalverarbeitung für Mehrträger-Funksysteme, um Funkkanalmodellierung und Mehrantennensysteme (MIMO), um Mobilfunkzellen und Funk-Standards bis hin zu 5G. Laborversuche an HW-Aufbauten sowie mit Simulationen am PC (Matlab und spezielle Simulationstools für Kommunikationssysteme) begleiten die Module kontinuierlich.</p>

	Wann wird dieses Modul angeboten?	Wann sollte das Modul belegt werden?	
		Studierende, die zum <b>WS</b> in das Hauptstudium kommen:	Studierende, die zum <b>SS</b> in das Hauptstudium kommen:
Wired Communications	WS	3. Sem.	4. Sem.
Methoden der Kommunikationstechnik	SS	4. Sem.	3. Sem.
Funkkommunikation	SS	6. Sem.	7. Sem.
Simulation von Kommunikationssystemen	WS	7. Sem.	6. Sem.

## 5.6. Leistungselektronik und Energietechnik

Schwerpunkt <i>Module, Ansprechpartner, Schlagworte</i>	Beschreibung
<b>Leistungselektronik und Energietechnik</b>  <i>Module</i> Elektrische Energieversorgung Power Electronics Antriebe und Anlagentechnik Elektromagnetische Verträglichkeit  <i>Schlagworte</i> Erneuerbare Energie Umrichter Smart Grid	<p>In Ergänzung zu einer größeren Zahl von eher an Betrachtungen auf Systemebene orientierten Schwerpunkten im Spezialstudium bieten die beiden Schwerpunkte <i>Leistungselektronik und Energietechnik</i> sowie <i>High Speed Electronics</i> sich ergänzende Vertiefungsrichtungen im Bereich der Hardware.</p> <p>Die elektrische Energieversorgung befindet sich in einem gravierenden Wandel, der sich durch einen Ausstieg aus der Atomenergie, einer Vermeidung des thermischen Einsatzes fossiler Brennstoffe hin zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft unter der Einbindung regenerativer Energien vollzieht. Neben den klassischen Themen der elektrischen Energiewandlung, z.B. über rotierende elektrische Maschinen, und der Verteilung der elektrischen Energie in entsprechenden Schaltanlagen, treten somit verstärkt alternative Technologien, wie z.B. Photovoltaik oder Windkraftanlagen, in den Vordergrund.</p> <p>Hierbei nimmt die Leistungselektronik in der Energieübertragung (z.B. bei der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung HGÜ) und in der Systemanbindung einzelner Komponenten (wie z.B. von Photovoltaik-Anlagen oder elektrischer Speicher) eine zentrale Rolle ein.</p> <p>Ein weiterer wichtiger Baustein ist, aufgrund der fluktuierenden Leistungen der regenerativen Einspeisungen, die Informationstechnik, mit deren Hilfe die Führung moderner elektrischer Netze erst möglich wird. Der Schwerpunkt greift diese aktuellen Themen der Leistungselektronik und Energietechnik auf und vertieft sie in den jeweiligen Modulen.</p>

	Wann wird dieses Modul angeboten?	Wann sollte das Modul belegt werden?	
		Studierende, die zum <b>WS</b> in das Hauptstudium kommen:	Studierende, die zum <b>SS</b> in das Hauptstudium kommen:
Elektrische Energieversorgung	WS	3. Sem.	4. Sem.
Power Electronics	SS	4. Sem.	3. Sem.
Antriebe und Anlagentechnik	SS	6. Sem.	7. Sem.
Elektromagnetische Verträglichkeit	WS	7. Sem.	6. Sem.



## 5.7. Wirtschaft

Schwerpunkt <i>Module, Ansprechpartner, Schlagworte</i>	Beschreibung
<b>Wirtschaft</b>  <i>Module</i> Betriebswirtschaftslehre English for special purposes C1 Unternehmensbewertung und Unternehmensanalyse Europäisches Wirtschaftsrecht  <i>Schlagworte</i> Betriebswirtschaft, Recht, Projektmanagement und - steuerung, Internationale Wirtschaft	<p>Der Schwerpunkt "Wirtschaft" erlaubt es den Studierenden – neben der Grundqualifikation im Basisstudium und einer Schwerpunktbildung im technischen Bereich – eine zweite, betriebswirtschaftlich orientierte Qualifikation zu erlangen, die den Einsatz der Absolvierenden des Studiengangs in der Projektsteuerung und an der Schnittstelle zu Produktentwicklung und Vertrieb ermöglicht.</p> <p>Betriebswirtschaftliche Grundkenntnisse erwerben Sie im Modul „<b>Betriebswirtschaftslehre</b>“ (Grundsätze, Rechts- und Organisationsformen, externes und internes Rechnungswesen). „<b>English for special purposes C1</b>“ bietet Englisch (Vergleichsniveau C1) für Ingenieure in unterschiedlichen fachlichen Ausrichtungen (z.B. International Trade and Globalisation, Leadership and Business Communication, Fachenglisch für Ingenieure u.a.). „<b>Europäisches Wirtschaftsrecht</b>“ adressiert die nationalen und internationalen rechtlichen Rahmenbedingungen von Unternehmungen.</p> <p>Das Modul „<b>Unternehmensbewertung und Unternehmensanalyse</b>“ vermittelt auf Grundlage des betrieblichen Rechnungswesens Methoden der Bewertung von Unternehmensanteilen und Unternehmen als Ganzes, insbesondere im Hinblick auf deren wirtschaftliche Situation. Grundlagen der Wirtschaftsprüfung und die Bedeutung und Notwendigkeit der Jahresabschlussprüfung in Bezug auf die Unternehmensbewertung werden ebenfalls vermittelt</p>

	Wann wird dieses Modul angeboten?	Wann sollte das Modul belegt werden?	
		Studierende, die zum <b>WS</b> in das Hauptstudium kommen:	Studierende, die zum <b>SS</b> in das Hauptstudium kommen:
Betriebswirtschaftslehre	<b>WS, (SS)</b>	3. Sem.	4. Sem.
English for special purposes C1	<b>SS, (WS)</b>	4. Sem.	3. Sem.
Unternehmensbewertung und Unternehmensanalyse	<b>SS, (WS)</b>	6. Sem.	7. Sem.
Europäisches Wirtschaftsrecht	<b>WS</b>	7. Sem.	6. Sem.

*Hinweis zu den Semestern in Klammern: Die Module dieses Schwerpunkts sind dem WiSo-Programm entnommen und werden mehrfach im Studienjahr angeboten.*