OTH REGENSBURG

# Modulhandbuch

## für den Masterstudiengang

## Elektro- und Informationstechnik (M.Eng.)

SPO-Version ab: Wintersemester 2019

## Wintersemester 2026/27

erstellt am 21.09.2026

von Sandra Schäffer

Fakultät Elektro- und Informationstechnik

# Vorspann

## 1. Erläuterungen zum Aufbau des Modulhandbuchs

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

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

## 2. Lernziele

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

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

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

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

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

## 3. Standardhilfsmittel

Folgende Hilfsmittel sind bei allen Prüfungen zugelassen:

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

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

## 4. Verwendbarkeit der Module

Die im Modulhandbuch aufgeführten Module gelten für den Studiengang des Modulhandbuchs. Eine weitere Verwendung darüber hinaus ist durch den Wahlpflichtmodulkatalog der jeweiligen Studiengänge definiert.

# Modulliste

## Studienabschnitt 1:


Forschungsmethodik und Seminar (Research Methodology and Seminar)..... 5
Forschungsmethodik und Seminar..... 6
Masterarbeit (Master Thesis)..... 8
Masterarbeit Präsentation..... 9
Masterarbeit schriftliche Ausarbeitung..... 10
Numerische Mathematik (Numerical Mathematics)..... 12
Numerische Mathematik..... 13
Projektarbeit (Project Work)..... 15
Projektarbeit..... 16
Theoretische Elektrotechnik (Theoretical Electrical Engineering)..... 18
Theoretische Elektrotechnik..... 19
Vertiefungsmodule 1-6 (Advanced Modules 1-6)..... 22
AD-/DA-Wandler..... 24
Advanced Analytics and Machine Learning: From Paper to Practice..... 28
Applied Microwaves (for communication and sensor systems)..... 30
Cybernetics..... 32
Deep Learning..... 36
Electronic Product Engineering..... 38
Elektromagnetische Verträglichkeit..... 40
Elektronische Schaltungen und Systeme (Electronic Circuits and Systems)..... 43
Embedded Linux..... 46
Fiber Optic Communication..... 50
Fortgeschrittene Signalverarbeitung..... 52
Funktionale Sicherheit und IT-Sicherheit..... 54
Geregelte Elektrische Antriebe..... 59
Hochfrequenz-Schaltungstechnik..... 63
Intelligente Werkstoffsysteme und Metamaterialien..... 66
LabVIEW-Projekte (LabVIEW-Projects)..... 70
Leistungselektronische Bauelemente und Schaltungen..... 72
Multiphysikalische Modellierung und Simulation..... 75
Netzwerke für eingebettete Systeme..... 77
Physik der Halbleiter-Bauelemente..... 79
Sensorfusion..... 81
Vertiefung Microcontroller (Master)..... 83
Vertiefung programmierbare Logik..... 85
Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Optimierung (Probability Calculation, Statistics and Optimization)..... 87
Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Optimierung..... 88

| **Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)** | Modul-KzBez. oder Nr. |
|---|---|
| **Forschungsmethodik und Seminar (Research Methodology and Seminar)** | 8 |

| Modulverantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Michael Niemetz | Elektro- und Informationstechnik |

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

Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule | Lehrumfang [SWS o. UE] | Arbeitsaufwand [ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| 1. | Forschungsmethodik und Seminar | 4 SWS | 5 |

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Forschungsmethodik und Seminar** | **FM** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Michael Niemetz | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Michael Niemetz | in jedem Semester |

| Lehrform |
|---|
| Seminaristischer Unterricht, Übung, Seminar |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang [SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand [ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| 2 | 4 SWS | Deutsch | 5 |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 48 h | 102 h |

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

**Inhalte**

- Einführung in die Wissenschaftskommunikation: Bedeutung der Wissenschaftskommunikation für die Arbeit der Ingenieure in Forschung und Entwicklung
- Einblick in diverse Aspekte der Wissenschaftskommunikation wie Recherche, Publikation oder Qualitätssicherung
- Selbständige Erarbeitung eines ausgewählten individuellen Themas aus dem Bereich der Schwerpunkte des Studiengangs MEI durch die Studierenden
- Themenbezogene Literaturrecherche: Sichtung und Analyse von vorhandenen Publikationen
- Aufbereitung der recherchierten Themen und Darstellung der Thematik in Form einer kurzen schriftlichen wissenschaftliche Ausarbeitung
- Durchführung eines Peer-Review Prozesses
- Hochschulöffentliche Präsentation der Ergebnisse.

**Lernziele: Fachkompetenz**

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die Wichtigkeit der Wissenschaftskommunikation für die Ingenieursarbeit einzuschätzen und diese aktiv und passiv zu nutzen.

Hierfür erwerben die Studierenden folgende Detailkompetenzen:

- Recherchieren und Sichten von Literatur unterschiedlicher Quellen für ein gegebenes Thema (2)
- Bewertung der Relevanz des recherchierten Materials (3)
- Bewerten der Qualität aufgefundener Fachliteratur und Auswahl geeigneter Materialien für die eigene Arbeit (3)
- Durchführung mündlicher und schriftlicher Wissenschaftskommunikation (2)
- Publikumsangepasstes Aufbereiten komplexer fachlicher Inhalte (3)
- Kenntnis des Ablaufs bei der Wissenschaftskommunikation (Peer-Review Prozess) (1)

**Lernziele: Persönliche Kompetenz**

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, fachliche Inhalte im wissenschaftlichen Diskurs zu vertreten und zu diskutieren.

Insbesondere bedeutet dies:
- Präsentation technischer Inhalte in Wort und Schrift (2)
- Führen fachwissenschaftlicher Diskurse (2)
- Wertschätzende Kommunikation bei der Beurteilung der Leistung anderer (3)

**Angebotene Lehrunterlagen**

Beispiele, Templates und Hinweise im E-Learning-System, Präsentationen

**Lehrmedien**

Rechner und Beamer, Konferenzmanagement-System EasyChair, Seminarthemen, wissenschaftliche Datenbanken und Veröffentlichungen

**Literatur**

Wiesner, Hans-Jörg: „Wissenschaftliche Publikationen: Grundlagen der Gestaltung“, Beuth-Verlag, 2009

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

| **Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)** | Modul-KzBez. oder Nr. |
|---|---|
| **Masterarbeit (Master Thesis)** | 12 |

| Modulverantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Norbert Balbierer | Elektro- und Informationstechnik |

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

| Verpflichtende Voraussetzungen |
|---|
| siehe Regelungen in der Studien- und Prüfungsordnung |

Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule | Lehrumfang [SWS o. UE] | Arbeitsaufwand [ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| 1. | Masterarbeit Präsentation | | 3 |
| 2. | Masterarbeit schriftliche Ausarbeitung | | 27 |

| Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen |
|---|
| **Anforderung an dual Studierende:**<br>Die Masterarbeit wird als externe Arbeit beim Praxispartner durchgeführt. Der Praxispartner schlägt ein geeignetes Thema vor. Die Betreuung der Arbeit erfolgt von Seiten der OTH Regensburg. |

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Masterarbeit Präsentation** | **MP** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Norbert Balbierer | Elektro- und Informationstechnik |
| Lehrende/r / Dozierende/r | Angebotsfrequenz |
| Betreuender Professor-betreuende Professorin | in jedem Semester |

| Lehrform |
|---|
| Selbständige ingenieurmäßige Präsentation eines wissenschaftlichen Projektes unter Anleitung durch den jeweiligen betreuenden Professor |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang [SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand [ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| 3 | | Deutsch | 3 |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| | Vorbereitung und Präsentation: 90 h |

| Studien- und Prüfungsleistung |
|---|
| mündlicher Prüfungsvortrag |
| **Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis** |
| alle |

| Inhalte |
|---|
| Mündliche Präsentation und Begründung der erarbeiteten Ergebnisse. In diesem Zusammenhang sind geeignete Vortragstechniken zu nutzen. |
| **Lernziele: Fachkompetenz** |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Ergebnisse eines umfassenden, wissenschaftlichen oder ingenieurstechnischen Projektes, dessen fachliche Grundlagen und fachübergreifenden Zusammenhänge mündlich darzustellen, zu präsentieren und selbständig zu begründen (3). |
| **Lernziele: Persönliche Kompetenz** |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs). |
| **Literatur** |
| Der zur Verfügung stehende Stand der Technik |

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

| **Teilmodul** | **TM-Kurzbezeichnung** |
|---|---|
| **Masterarbeit schriftliche Ausarbeitung** | **MA** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Norbert Balbierer | Elektro- und Informationstechnik |
| Lehrende/r / Dozierende/r | Angebotsfrequenz |
| Betreuender Professor-betreuende Professorin | in jedem Semester |

| Lehrform |
|---|
| Eigenständige Ingenieurarbeit nach wissenschaftlichen Methoden mit Dokumentation unter fachlicher Anleitung der jeweils betreuenden Professoren. |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang [SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand [ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| 3 | | Deutsch | 27 |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| | Erstellung der Masterarbeit: 810 h |

| Studien- und Prüfungsleistung |
|---|
| schriftliche Masterarbeit |
| **Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis** |
| alle |

**Inhalte**

- Selbständige ingenieurmäßige Bearbeitung eines praxisorientierten Projektes bzw. Problems auf Basis einer wissenschaftlichen Vorgehensweise. Ausgangpunkt ist dabei eine theoretische, konstruktive experimentelle Aufgabenstellung.
- Das Thema ist in Absprache mit dem jeweiligen betreuenden Professor wählbar und kann sowohl an der Hochschule als auch extern in einem Unternehmen bearbeitet werden.
- Die gewählte Aufgabenstellung soll im Bereich der Schwerpunkte des Studiengangs MEI angesiedelt sein, so dass der/die Studierende ein Problem bzw. Projekt aus der im Master spezifischen Fachrichtung bearbeiten muss.
- Der/die Studierende zeigt mit der Erstellung der Masterarbeit, dass er in der Lage ist, sein Fachwissen und die im Studium erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten problemlösungsorientiert anzuwenden. Dabei ist auch eine fächerübergreifende Betrachtung sowie eine gesellschaftskritische Hinterfragung des Themenfeldes und derzu erarbeitenden Problemlösung erforderlich.
- Die Masterarbeit unterscheidet sich von der Bachelorarbeit sowohl im Umfang als auch in der Komplexität der Problemstellung.

| Lernziele: Fachkompetenz |
| --- |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>• sowohl fachliche Einzelheiten als auch fachübergreifende Zusammenhänge zu verstehen (3)<br>• Ergebnisse nach wissenschaftlichen und fachpraktischen Anforderungen aufzubereiten und zu dokumentieren (3)<br>• ein größeres ingenieurwissenschaftliches Projekt innerhalb einer vorgegeben Frist selbständig zu bearbeiten (3) |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs). |
| Angebotene Lehrunterlagen |
| sämtliche Manuskripte, Übungsaufgaben, etc. des Studienverlaufs |
| Lehrmedien |
| alle erforderlichen Unterlagen zur Themenbearbeitung |
| Literatur |
| Der zur Verfügung stehende Stand der Technik |

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

| **Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)** | Modul-KzBez. oder Nr. |
|---|---|
| **Numerische Mathematik (Numerical Mathematics)** | 1 |

| Modulverantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Dr. Gabriela X-Tapken (LBA) | Informatik und Mathematik |

| Zuordnung zu weiteren Studiengängen |
|---|
| Elektromobilität und Energienetze |

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

Zugeordnete Teilmodule:

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Numerische Mathematik** | **NUM** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Dr. Gabriela X-Tapken (LBA) | Informatik und Mathematik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Dr. Gabriela X-Tapken (LBA) | nur im Sommersemester |

| Lehrform |
|---|
| Seminaristischer Unterricht mit Übungen und Praktikum im Computerraum |

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

Zeitaufwand:

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

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

**Inhalte**

- Rechengenauigkeit
- Kondition und Fehlerkontrollen, Vektor- und Matrixnorm
- Nullstellenverfahren
- Lösung großer linearer Gleichungssysteme
- Interpolation und Approximation, Splines
- Fourier-Analyse
- Numerische Integration
- Lösungsmethoden von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen

**Lernziele: Fachkompetenz**

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

- bei numerischen Rechnungen aller behandelten Arten abzuschätzen wie groß die auftretenden Fehler sind und wovon diese abhängen. (2)
- verschiedene bekannte Lösungsverfahren für verschiedene Problemtypen zu kennen (1) und für eine konkrete Problemstellung ein passendes Verfahren auszuwählen (2)
- die Unterschiede und Vor- bzw. Nachteile zwischen klassischen und numerischen Lösungsverfahren von Anfangs- bzw. Randwertproblemen aufzulisten (1) und im Falle von numerischen Lösung ein zur Aufgabenstellung passendes Verfahren zu wählen (2)

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

Lernziele: Persönliche Kompetenz

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

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

Angebotene Lehrunterlagen

Lückenskript, Übungsaufgaben und Lösungen, mathematische Software, Literaturliste

Lehrmedien

Tafel, Overheadprojektor, Beamer, Software

Literatur

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

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

| **Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)** | Modul-KzBez. oder Nr. |
|---|---|
| **Projektarbeit (Project Work)** | 7 |

| Modulverantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Norbert Balbierer | Elektro- und Informationstechnik |

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

Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule | Lehrumfang [SWS o. UE] | Arbeitsaufwand [ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| 1. | Projektarbeit | 4 SWS | 10 |

| Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen |
|---|
| **Anforderung an dual Studierende:**<br>Die Projektarbeit muss beim Praxispartner durchgeführt werden. Der Praxispartner schlägt ein geeignetes Thema vor. Die Betreuung der Arbeit erfolgt von Seiten der OTH Regensburg. |

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Projektarbeit** | **PA** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Norbert Balbierer | Elektro- und Informationstechnik |
| Lehrende/r / Dozierende/r | Angebotsfrequenz |
| Betreuender Professor-betreuende Professorin | in jedem Semester |

| Lehrform |
|---|
| Anleitung zum selbständigen, wissenschaftl. Arbeiten |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang [SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand [ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| 2 | 4 SWS | Deutsch | 10 |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 56 h | selbständige Projektarbeit: 244 h |

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

**Inhalte**

- Selbständige Durchführung eines Entwicklungsprojektes im Bereich der Schwerpunkte des Studiengangs MEI.
- Dieses Projekt beinhaltet folgende Teilarbeiten:
  - Projektorganisation und -strukturierung, Zeitmanagement
  - Fallbeispielorientierte Problem- und Zielanalyse
  - Zielorientierte Problembearbeitung und -lösung
  - Dokumentation der Ergebnisse und Präsentation des Projektes

- Die Bearbeitung kann in Absprache mit dem Betreuer / der Betreuerin auch in einer Gruppe erfolgen.

**Lernziele: Fachkompetenz**

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

- das im Studium erworbene Wissen anwendungsspezifisch einzusetzen (2),
- ein wissenschaftliches Projekt inhaltlich zu planen (2), und durchzuführen (3)
- die Projektergebnisse nach den Regeln guter wissenschaftlicher Arbeit zu dokumentieren (2) und zu präsentieren (2).

| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
| --- |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs). |
| **Angebotene Lehrunterlagen** |
| Projekt- und fallspezifische Unterlagen und Fachbücher |
| **Lehrmedien** |
| Overhead, Rechner und Beamer, Exponate |
| **Literatur** |
| Wiesner, Hans-Jörg: „Wissenschaftliche Publikationen: Grundlagen der Gestaltung“, Beuth-Verlag, 2009<br>Franck, Norbert: „Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens“, UTB, 2011 |

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

| **Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)** | Modul-KzBez. oder Nr. |
|---|---|
| **Theoretische Elektrotechnik (Theoretical Electrical Engineering)** | 3 |

| Modulverantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Mikhail Chamonine | Elektro- und Informationstechnik |

| Zuordnung zu weiteren Studiengängen |
|---|
| Elektromobilität und Energienetze |

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

| Empfohlene Vorkenntnisse |
|---|
| Overview of fundamental quantities in vector analysis and their significance.<br>Correct calculation of fundamental quantities in vector analysis. Knowledge, skills, and competencies acquired in a course on fields, waves, and transmission lines worth at least 5 ECTS credits. |

Zugeordnete Teilmodule:

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

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

| **Teilmodul** | **TM-Kurzbezeichnung** |
|---|---|
| **Theoretische Elektrotechnik** | **TET** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Mikhail Chamonine | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Mikhail Chamonine<br>Prof. Dr. Oliver Sterz | in jedem Semester |
| **Lehrform** | |
| Seminar-style instruction with approx. 15% practical exercises. | |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| 1 | 4 SWS | Englisch | 5 |

Zeitaufwand:

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

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

| Inhalte |
| --- |
| - Introduction<br>• Maxwell's equations in differential and integral form.<br>• Classification of electromagnetic problems.<br>• Classification of differential equations and boundary conditions.<br>• Helmholtz's theorem.<br>• Uniqueness theorem.<br><br>- Electrostatics<br>• Electric potential.<br>• Laplace and Poisson equations.<br>• Work and energy in electrostatics.<br>• Conducting bodies.<br>• Potentials of various charge distributions. Multipole expansion.<br>• Specific solution methods for the Laplace equation.<br><br>- Magnetostatics<br>• Magnetic potentials.<br>• Continuity conditions.<br>• Multipole expansion for the vector potential.<br>• Inductance.<br><br>- Electric and magnetic fields in matter<br>• Field of a polarized object.<br>• Field of a magnetized object.<br><br>- Slowly time-varying fields<br>• Skin effect, eddy currents.<br><br>- Conservation laws<br>• Charge conservation.<br>• Energy conservation. Poynting's theorem.<br>• Maxwell stress tensor.<br>• Angular momentum.<br><br>- Electromagnetic waves<br>• Wave equation.<br>• Plane waves. Solutions for various materials. Skin depth.<br>• Refraction and reflection. Surface wave.<br>• Waveguides.<br><br>- Radiation<br>• Dipole radiation. |
| Lernziele: Fachkompetenz |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Upon successful completion of the sub-module, students will be able to:<br>• understand fundamental concepts and technical terms in electrodynamics. (1)<br>• understand conservation laws. (1) |

- mathematically describe electromagnetic phenomena based on fundamental physical quantities using the fundamental equations of electromagnetism (Maxwell's equations) and solve these equations. (2)
- draw qualitative conclusions based on a limited number of physical concepts and laws. (2)
- understand and apply Maxwell's equations to calculate field distributions. (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
Upon successful completion of the sub-module, students will be able to acquire the competencies listed in the introductory section under "2. Learning Objectives" (see page 2 of the module handbook).

Angebotene Lehrunterlagen

Practice exercises, reading list

Lehrmedien

Blackboard, overhead projector, computer, projector

Literatur

David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, Fourth Edition, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2017.
Heino Henke, Elektromagnetische Felder, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2015.
M. Nahvi, J.A. Edminister, Electromagnetics, Fifth Edition, McGraw Hill, 2019.
Matthew N. O. Sadiku, Numerical Techniques in Electromagnetics with MATLAB®, CRC Press, Boca Raton, USA, 2009.

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

| **Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)** | Modul-KzBez. oder Nr. |
|---|---|
| **Vertiefungsmodule 1-6 (Advanced Modules 1-6)** | 4-6; 9-11 |

| Modulverantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| N.N. | Elektro- und Informationstechnik |

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

Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule | Lehrumfang [SWS o. UE] | Arbeitsaufwand [ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| 1. | AD-/DA-Wandler | 4 SWS | 5 |
| 2. | Advanced Analytics and Machine Learning: From Paper to Practice | 4 SWS | 5 |
| 3. | Applied Microwaves (for communication and sensor systems) | 4 SWS | 5 |
| 4. | Cybernetics | 4 SWS | 5 |
| 5. | Deep Learning | 4 SWS | 5 |
| 6. | Electronic Product Engineering | 4 SWS | 5 |
| 7. | Elektromagnetische Verträglichkeit | 4 SWS | 5 |
| 8. | Elektronische Schaltungen und Systeme (Electronic Circuits and Systems) | 4 SWS | 5 |
| 9. | Embedded Linux | 4 SWS | 5 |
| 10. | Fiber Optic Communication | 4 SWS | 5 |
| 11. | Fortgeschrittene Signalverarbeitung | 4 SWS | 5 |
| 12. | Funktionale Sicherheit und IT-Sicherheit | 4 SWS | 5 |
| 13. | Geregelte Elektrische Antriebe | 4 SWS | 5 |
| 14. | Hochfrequenz-Schaltungstechnik | 4 SWS | 5 |
| 15. | Intelligente Werkstoffsysteme und Metamaterialien | 4 SWS | 5 |
| 16. | LabVIEW-Projekte (LabVIEW-Projects) | 4 SWS | 5 |
| 17. | Leistungselektronische Bauelemente und Schaltungen | 4 SWS | 5 |
| 18. | Multiphysikalische Modellierung und Simulation | 4 SWS | 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 19. | Netzwerke für eingebettete Systeme | 4 SWS | 5 |
| 20. | Physik der Halbleiter-Bauelemente | 4 SWS | 5 |
| 21. | Sensorfusion | 4 SWS | 5 |
| 22. | Vertiefung Microcontroller (Master) | 4 SWS | 5 |
| 23. | Vertiefung programmierbare Logik | 4 SWS | 5 |

| **Teilmodul** | **TM-Kurzbezeichnung** |
|---|---|
| **AD-/DA-Wandler** | **ADA** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Martin Schubert | Elektro- und Informationstechnik |
| Lehrende/r / Dozierende/r | Angebotsfrequenz |
| Prof. Dr. Martin Schubert | nur im Sommersemester |
| Lehrform | |
| 50% seminar teaching and 50% practical training | |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang [SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand [ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| | 4 SWS | Deutsch/Englisch | 5 |

Zeitaufwand:

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

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

| Inhalte |
| --- |

**Deutsch**

**Teil A: Seminaristische Präsenzlehre**

1. Wertdiskretisierung (Quantisierung)
   + Kenntnis allgemeiner D/A- und A/D-Wandlungsprinzipien
   + Auswahl der an der besten geeigneten Architektur für eine bestimmte Anwendung
2. Zeitdiskretisierung (Sampling)
   + Zeitbereichsbetrachtungen: mathematisches Modell und technische Umsetzung
   + Überlegungen zum Frequenzbereich
   + Kriterien von Nyquist und Shannon
   + Aliasing
   + Räumliches Sampling und räumliches Aliasing
3. Charakterisierung
   + Kenntnis gängiger Qualitätskriterien und Fähigkeiten zu deren Anwendung
4. Modellierung
   + Modellierung von DACs und ADCs in Werte-, Zeit- und Frequenzbereich
   + Modellierung statischer linearer und nichtlinearer I/O-Kennlinien
   + Charakterisierung und Modellierung im Werte-, Zeit- und Frequenzbereich mit Matlab
5. Rauschen
   + Berechnung der erreichbaren Auflösung aus dem Signal-Rausch-Verhältnis,
   + Rechnen mit Rauschbudgets
   + Die wichtigsten Rauschquellen und deren Verhaltensmodelle

**Teil B: Praktikum im Labor**

1. Gegebene Übungen
2. Gruppenorientierte Projekte
   + Charakterisierung eines A/D- oder D/A-Wandlers
   + Kommunikation mit einem ADC über seine SPI-Schnittstelle unter Verwendung von VHDL

**English**

**Part A: Seminaristic Classroom Teaching**

1. Value-Discretization (Quantization)
   + Knowing common D/A and A/D conversion principles
   + Selection of most appropriate architecture for a given application
2. Time-Discretization (Sampling)
   + Time domain considerations: mathematical model and technical realization
   + Frequency domain considerations
   + Criteria of Nyquist and Shannon
   + Aliasing
   + Spatial sampling and spatial aliasing
3. Characterization
   + Knowledge of commonly used quality criteria and skills to apply them
4. Modelling
   + Modelling DACs and ADCs in value, time and frequency domain
   + Modeling static linear and non-linear I/O characteristics
   + Characterization and modeling in value, time and frequency domain with Matlab
5. Noise
   + Relating signal-to-noise ratio to resolution,
   + Noise budged computation
   + The most important noise sources and respective behavioral models

**Part B: Practical Training in the Laboratory**
1. Given exercises
2. Group oriented projects
   + Characterization of an A/D or D/A Converter
   + Communicating with an ADC Operating its SPI Interface With VHDL.

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
- die wichtigsten A/D- und D/A-Wandler-Architekturen aufzuzählen (1), zu verstehen (2) und einer Entwurfsaufgabe die passende Architektur zuzuordnen (3).
- den Vorgang der Zeitdiskretisierung zu erläutern (1), aus ihm folgende Effekte wie Aliasing zu verstehen (2) und Antialiasing-Filter zu berechnen (3).
- die üblichen Qualitätskriterien für A/D u. D/A-Wandler aufzuzählen (1) und Kriterien wie ENOB, SNR, SFDR, SINAD, THD, INL, DNL anzuwenden und zu berechnen (3).
- einfache Verhaltensmodelle für A/D- und D/A-Wandler zu erstellen und in Simulationsprogrammen zu verwenden (3).
- mindestens 6 verschiedene Rauschquellen aufzuzählen (1), deren Rauschleistung zu berechnen (3), ein Gesamt-Rauschbudget zu erstellen und damit die Einhaltung geforderter Qualitätskriterien wie SNR oder SINAD zu überprüfen (3).

**English:**
**After successfully completing this module, the students are able to …**

- list the most important A/D and D/A converter architectures (1), understand them (2) and assign the appropriate architecture to a design task (3),
- to explain the process of time discretization (1), to understand the following effects such as aliasing (2) and to calculate antialiasing filters (3),
- list the usual quality criteria for A/D and D/A converters (1) and apply and calculate criteria such as ENOB, SNR, SFDR, SINAD, THD, INL, DNL (3),
- create simple behavioral models for A/D and D/A converters and use them in simulation programs (3),
- list at least 6 different noise sources (1), calculate their noise power (3), create an overall noise budget and check compliance with required quality criteria such as SNR or SINAD (3).

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).

Angebotene Lehrunterlagen

Skripten, Übungen, Praktikumsanleitungen, Literaturliste

Lehrmedien

Tafel, Beamer, Einrichtung des Elektroniklabors (S081)

| Literatur |
| --- |
| [1] The Data Conversion Handbook, Analog Devices, 2004<br>[2] R. Lerch, Elektrische Messtechnik: Analoge, digitale und computergestütze Verfahren,Springer Verfahren, 2007<br>[3] K.-D. Kammeyer, K. Kroschel, Digitale Signalverarbeitung, Filterung und Spektralanalysemit Matlab-Übungen, Vieweg + Teubner, 2009<br>[4] J.C. Candy, G.C. Temes, 1st paper in "Oversampling Delta-Sigma Data Converters,Theory, Design and Simulations", IEEE Press, IEEE Order #PC02741-1, ISBN0-87942-285-8, 1991<br>[5] S.R. Norsworthy, R. Schreier, G.C. Temes, "Delta-Sigma Data Converters", IEEE Press,1996, IEEE Order Number PC3954, ISBN 0-7803-1045-4<br>[6] C.A. Leme, "Oversampling Interface for IC Sensors", Physical Electronics Laboratory, ETH Zurich, Diss. ETH Nr. 10416 |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
| Documents English, teaching language is German or English depending on students. |

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Advanced Analytics and Machine Learning: From Paper to Practice** | **AAML** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Johannes Reschke | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Johannes Reschke | nur im Wintersemester |

| Lehrform |
|---|
| approx. 50 % seminar and approx. 50 % practical training |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang [SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand [ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| | 4 SWS | Deutsch/Englisch | 5 |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 56 h | Preparation and follow-up 56 h + 38 h paper/ documentation |

| Studien- und Prüfungsleistung |
|---|
| siehe Studienplantabelle |

| Inhalte |
|---|
| Preamble: In this class, students read, prepare, and discuss scientific articles on Advanced Analytics and Machine Learning. These articles will be discussed in a seminar-like way.<br>Introduction to Machine Learning<br>Optimizer, Cost-Function, Regularization, Normalization, Activation Function, Cross-Validation, …<br>Feature Engineering, Data analytics, Data augmentation, Outlier detection, …<br>Scientific article LSTMs<br>Scientific article Transfer Learning<br>Scientific article GPT<br>Scientific article Reinforcement Learning<br>Scientific article GAN<br>Scientific article CNN<br>Scientific article Interpretation of Neural Networks |
| **Lernziele: Fachkompetenz** |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>After a successful completion of the sub-module, students will be able to,<br>Read (3) and summarize (2) scientific articles, papers, and book chapters in the field of Advanced Analytics and Machine Learning and extract knowledge from these to use it for own projects (2).<br>Name (1) and reflect (2) current Machine Learning methods. |

Name research and development issues in the field of Advanced Analytics and Machine Learning (1).
Decide, which problems should be solved utilizing data-driven approaches (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
After a successful completion of the sub-module, students will be able to,
Communicate and discuss abstract issues (2).
Independently plan simple, data-driven projects, develop solution strategies, and implement those projects in code (2).
Find additional resources and references in order get a deeper understanding in the field of Advanced Analytics and Machine Learning (2).Additionally to the above mentioned personal skills, after completing this course, students can formulate (3) and reflect (2) typical problem statements in the field of Advanced Analytics and Machine Learning.

Angebotene Lehrunterlagen

Lecture slides, scientific articles, code examples

Lehrmedien

Blackboard, notebook, projector, poster, scientific articles, Gitlab

Literatur

C. Molnar, Interpretable machine learning: A guide for making black box models explainable. Munich, Germany: Christoph Molnar, 2022.
D. Foster, Generative Deep Learning: Teaching machines to paint, write, compose, and play. Sebastopol, CA: O'Reilly Media Incorporated, 2023.
A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A. N. Gomez, L. Kaiser und I. Polosukhin, “Attention Is All You Need,” Jun. 2017. [Online]: http://arxiv.org/pdf/1706.03762.pdf.
I. Goodfellow, Y. Bengio und A. Courville, Deep learning. Cambridge, Massachusetts, London, England: The MIT Press, 2016.
Soria Olivas, Emilio (Hg.) (2010): Handbook of research on machine learning applications and trends. Algorithms, methods, and techniques. IGI Global. Hershey, PA, USA: IGI Global.
Habibi Aghdam, Hamed; Jahani Heravi, Elnaz (2017): Guide to Convolutional Neural Networks. A Practical Application to Traffic-Sign Detection and Classification.
Silva, Ivan Nunes Da; Spatti, Danilo Hernane; Andrade Flauzino, Rogerio; Liboni, Luisa Helena Bartocci; Reis Alves, Silas Franco dos (2017): Artificial neural networks. A practical course. Cham, Switzerland: Springer.

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Applied Microwaves (for communication and sensor systems)** | **AMW** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Susanne Hipp | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Susanne Hipp | nur im Wintersemester |
| **Lehrform** | |
| 50 % seminar teaching and 50% practical training | |

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

Zeitaufwand:

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

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

**Inhalte**

- Beamforming
- (Automotive) Radar
- MW (5G)
- Wave propagation / Radio Channel
- Numerical simulation (MoM, T (TLM), F, Raytracing)
- Lab: Electromagnetic Simulation

**Lernziele: Fachkompetenz**

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
After successfully completing this module, the students are able to

- know different applications of microwave theory and there use is every-day live (1)
- understand principled of selected topics in depth, such as applying beam forming to radar applications and future 5G antenna arrays (2)
- to apply numerical simulation methods to microwave problems and choose an appropriate method for the specified issue (2)
- to solve problems of current technology by combining the basics of electromagnetics and advanced strategies from adjacent courses (3)

| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
| --- |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs). |
| **Angebotene Lehrunterlagen** |
| Skript, Links |
| **Lehrmedien** |
| Beamer, Simulation software |
| **Literatur** |
| Radar: Skolnik: Radar Handbook, McGraw-Hill; Winner et. al: Handbook of Driver Assistance Systems, Springer 2015<br>Beamforming: Balanis: Antenna Theory, Wiley 2005<br>Numeric Simulation: Swanson, Hoefer: Microwave Circuit Modeling Using Electromagnetic Field Simulation, Artech House 2003<br>5G: Morais: Key 5G Physical Layer Technologies, Springer 2020<br>Wave Propagation: Gustrau: Hochfrequenztechnik, Hanser 2019 |
| **Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung** |
| Empfohlene Vorkenntnisse: Felder, Wellen und Leitungen; Hochfrequenztechnik |

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Cybernetics** | **CYB** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Gareth Monkman | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Gareth Monkman | nur im Wintersemester |

| Lehrform |
|---|
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |

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

Zeitaufwand:

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

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

| Inhalte |
|---|
| Teil 1 – Logistics amd Systems: Crash course control theory Statistics & Queueing Theorie Organisation & Tektology Markov chains Petri Nets (Representation and Calculus) Sensor Fusion Synchronous and asynchronous programming Robotic reactive programming Introduction to artificial intelligence<br>Teil 2 - Man-Machine-Interface: Einführung Smart materials Electro-optical MMI (Camera systems) Acoustic MMITactile MMI (Haptic displays) Olfactory MMI (Scent generation/ Sensors)Signal (Image) Processing Force-Torque Sensors Dextrous Hands Virtual Reality |
| **Lernziele: Fachkompetenz** |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Students learn how to use statistical analysis for abstraction and planning of multivariable automation systems. They obtain knowledge concerning the practical implementation of Man Machine Interfaces (MMI) and their integration with cybernetic signal processing and evaluation.<br><br>Skills: Students gain an insight into synchronous, asynchronous and interactive control together with the ability to develop complex systems.<br><br>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, |

to analyse and synthesiize cybernetic systems.

| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
| --- |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>The ability to work independently but also to communicate with others where necessary.<br><br>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>to analyse and synthesiize cybernetic systems. |
| Angebotene Lehrunterlagen |
| On Laufwerk-K and GRIPS. |
| Lehrmedien |
| Tafel, Notebook, Beamer und live hardware and software demonstrations! |

| Literatur |
| --- |
| Teil 1 Systems & LogisticsBang-Jensen. J & G. Gutin - Directed graphs: Theory, Algorithms and Applications -Springer, 2000.Bluma, Lars: Norbert Wiener und die Entstehung der Kybernetik im Zweiten Weltkrieg. LIT Verlag, Münster 2005, ISBN 3-8258-8345-0.Bogdanov. A.A. - A Universal Organizational Science (Tektology) - Moscow, Leningrad,1925-1929.Carre. B. - Graphs and Networks. - Clarendon 1979.Desoer. C.A., M. Vidyasagar - Feedback Systems: Input-Output Properties, second edition - SIAM, 2009.Durrant-Whyte. H.F. - Integration, coordination and control of multi-sensor robot systems – Klewer, 1988.Elmaghraby. S.E. - Activity Networks: Project Planning and Control by Network Models.- Wiley 1977.Gini . G. & M. Gini . - Towards Automatic Error Recovery In Robot Programs – Proceedings IJCAI, Vol 2, 1983 .Iosifescu. M. - Finite Markov Processes and their Applications -Wiley, 1980.Khalil, H. K. - Nonlinear Systems, third edition - Prentice Hall, New Jersey, 2002.Menzel, P. & F. D'Alusio. - Robo sapiens: Evolution of a New Species - MIT Press,Cambridge Massachusetts 2000.Milovanovic. R. - Towards sensor based general purpose robot programming languages– Robotica, Vol. 5, pp309-316, Cambridge University Press, 1987.Rabiner- L.R. - A tutorial on Hidden Markov Models and selected applications in speechrecognition - Proceedings of the IEEE 77 (2): 257–286. 1989.Romanovsky. V.I. - Discrete Markov chains - Wolters-Nordhoff, 1970.Wilson. R.J. - Introduction to Graph Theory - Longman, 1979.Zadeh, L.A. - "Fuzzy sets", Information and Control 8 (3): pp338–353, 1965.Teil 2 Man-Machine-InterfaceClark, J & C. Yallop - An Introduction to Phonetics and Phonology (2 ed.) -Blackwell, 1995.Duda, R. O. and P. E. Hart - Use of the Hough Transformation to Detect Lines and Curves in Pictures. - Comm. ACM, Vol. 15, pp. 11–15, January, 1972.Gaillet, A.; Reboulet, C.: An isostatic six component force an torque sensor, Proc. 13ThInternat. Symp. Industrial Robots 1983.Lagoudas, D. C. - A unified thermodynamic constitutive model for SMA and finite element analysis of active metal matrix composites. - Mech. Composite Mater. Struct. 3, 153-179, 1996.Homer. G.S. - Electronic Scent Generator - US Patent 20130284821 A1 – 31. Oct 2013.Kim, Hyunsu; et al (14 June 2011). "An X–Y Addressable Matrix Odor-Releasing SystemUsing an On–Off Switchable Device". Angewandte Chemie 50 (30): 6771–6775.Marony. M., S.F. Nascimento, C.J.de Araújo, J.S. da Rocha Neto, A.M.N. de Lima – Electro-thermomechanical characterization of Ti-Ni shape memory alloy thin wires - Mat. Res. vol.9 no.1 São Carlos Jan./Mar. 2006.Monkman. G.J. Robotic Compliance Control using Memory Foams. Industrial Robot, Vol.18, no. 4, pp 31-32. MCB University Press. (1991).Monkman, G.J. Dielectrophoretic Enhancement of Electrorheological Robotic ActuatorsMechatronics Vol 3, No.3, pp. 305-313, June 1993.Monkman. G.J. & P.M. Taylor Thermal Tactile Sensing IEEE Journal on Robotics &Automation Vol 9, No. 3, pp. 313-318, June 1993.Monkman. G.J. - Advances in Shape Memory Polymer Actuation - Mechatronics - Vol 10,No. 4/5, pp. 489-498 - Pergamon June/ August 2000.O'Gorman, F. & M.B. Clowes. - Finding Picture Edges Through Collinearity of FeaturePoints. - IEEE Trans. Computers 25 (4): 449–456, 1976.Otsuka. K., C.M. Wayman – Shape Memory Materials - Cambridge University Press, 1999.Petchartee. S. & G. Monkman. - Optimisation of Prehension Force through Tactile Sensing. - Proc. International Conference on Engineering & ICT 2007 (ICEI 2007), Malaysia, November 2007.Russell. A.R. - Robot Tactile Sensing - Prentice Hall, Sydney, December 1990.Salesbury, J.K. & J.J. Craig - Articulated hands, Force control and kinematic issues -International Journal of Robotics Research, 1(1): 4-17, 1982.Schulz, S.; Pylatiuk, C. & G. Bretthauer - A New Class of Flexible Fluid Actuators and their Applications in Medical Engineering - Automatisierungstechnik, 47(1999) 8, S. 390-395.Tobushi. H., Hashimoto T., Hayashi S. & Yamada E. Thermomechanical ConstitutiveModeling in Shape Memory Polymer of Polyurethane Series. Journal of Intelligent Material Systems and Structures. Vol 8, Technomic (August 1997).Tomovic`,R. & G- Boni - An Adaptive Artificial Hand - IRE Transactions on Automationcontrol, AC-7, 3-10 (Apr. 1962) .Venkataraman, S.T. & T. Iberall - Dextrous Robot Hands - Springer Verlag, New |

York,1990.Wiener, Norbert : Mensch und Menschmaschine. Kybernetik und Gesellschaft. AlfredMetzner Verlag, Frankfurt am Main 1952.

Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

For didactic purposes it is necessary do demonstrate real systems which the students can operate themselves. From such „Praxisbezogenheit“ they learn a lot.

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Deep Learning** | **DL** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Armin Sehr | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Armin Sehr | nur im Sommersemester |

| Lehrform |
|---|
| ca. 50% Seminaristischer Unterricht, ca. 50% Praktikum am Rechner |

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

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 60 h | Vor- und Nachbereitung: 60 h,<br>Prüfungsvorbereitung: 30 h |

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

**Inhalte**

- Einführung
- Neuronale Netze
- Feedforward Netz
- Convolutional Neural Networks
- Recurrent Neural Networks
- Transfer Learning
- Deep Reinforcement Learning

**Lernziele: Fachkompetenz**

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

- Ansätze wie neuronale Netze, Feedforward Networks, Convolutional Neural Networks, Recurrent Neural Networks und Reinforcement Learning zu benennen (1), zu erklären (2) und zur Lösung konkreter Problemstellungen einzusetzen (3).
- Lernverfahren mit Hilfe einer Simulationssprache wie Python und seinen Bibliotheken für Deep Learning (wie Scikit Learn, ) zu implementieren (3).
- Hyper-Parameter eines Lernverfahrens bzw. eines Modells gezielt zu optimieren (3).
- Problemen wie Overfitting zu erkennen (2) und geeignete Gegenmaßnahmen anzuwenden (3).

- zu beurteilen, welche Probleme sich mit Deep Learning lösen lassen (3).
- konkrete Problemstellungen zu abstrahieren (3).
- Lösungen für Problemstellungen der Mustererkennung zu erarbeiten (3).
- Verbesserungsmöglichkeiten für Problemlösungen der Mustererkennung zu identifizieren (2) und umzusetzen (3).
- geeigneten Lernverfahrens für eine gegebene Problemstellung auszuwählen (3).
- Lösungen zu präsentieren (3) und in einer wissenschaftliche Präsentation aufzubereiten.

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).

Angebotene Lehrunterlagen

Vorlesungsfolien, Versuchsanleitungen, Beispielprogramme

Lehrmedien

Rechner/Beamer, Tafel, Gitlab

Literatur

- I. Goodfellow et al.: Deep Learning, MIT Press, 2016
- A. Geron: Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras & TensorFlow, O'Reilly, 2019
- A. Gulli et al.: Deep Learning with TensorFlow 2 and Keras, Packt, 2019
- S. Ravichandiran: Deep Reinforcement Learning with Python, Packt, 2020
- L. Graesser: Foundations of Deep Reinforcement Learning, Pearson, 2020

Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Empfohlene Vorkenntnisse:
Bachelor FWPF: Machine Learning

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Electronic Product Engineering** | **EPE** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Rainer Holmer | Elektro- und Informationstechnik |
| Lehrende/r / Dozierende/r | Angebotsfrequenz |
| Prof. Dr. Rainer Holmer | nur im Sommersemester |
| Lehrform | |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen | |

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

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 60 h | Vor- und Nachbereitung: 90 h |

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

Inhalte

- Grundlegende Zusammenhänge der Halbleiterindustrie (Technologie, Produktdesign, Produktion Frontend/Backend, Test, Qualität, Logistik)
- Wichtige Kenngrößen (key performance indicators) der Halbleiterindustrie
- Produktentwicklung: Schaltung analog/digital, physical layout, re-use, Nutzung von Bibliotheken/Macros, Design for Manufacturability (DfM)
- Testentwicklung: Testkonzept, Testzeit und Testkosten, Design for Testability (DfT), Built-In-Selftest (BIST)
- Von der Entwicklung (Prototyp) zur Hochvolumenproduktion – der Produktionsstart und -hochlauf
- Methoden zur Optimierung (im Hinblick auf die key performance indicators) von Produkt, Technologie, Produktion
- Produktion im Hochvolumen: Produktionsausbeute (yield), Prozessstabilität; Umgang mit Abweichungen, Störungen; Umgang mit Änderungen, Aktualisierungen – change management; Nachverfolgbarkeit – tracebility

Lernziele: Fachkompetenz

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

- Grundlegende Zusammenhänge zwischen Halbleiter-Produkt-Design, Halbleiter-Produktionsprozessen und Halbleiter-Test, deren Stabilität bzw. Variationen und Abweichungen zu interpretieren (3)

- Wichtige Kenngrößen (key performance indicators) der Halbleiterindustrie wie „time to market“, Kosten, Produktionsausbeute und –qualität zu interpretieren (3)
- Spezifische Anforderungen der Halbleiter-Produktion und dafür relevante Methoden und Vorgehensweisen zu beschreiben (1)
- Methoden der Analyse von Produktionsdaten (Parameter, el. Testergebnisse, ..) bzw. der statistischen Prozesskontrolle anzuwenden (2).
- Methoden zur Optimierung von Produktdesign, Prozesstechnologie und Test gezielt anzuwenden (2).
- Probleme und sich daraus ergebende Optimierungspotentiale in der Halbleiter-Industrie richtig einzuschätzen (3) und darauf basierende Entscheidungen zu treffen (3).
- Mit unerwarteten Änderungen und Problemen angemessen und kompetent umzugehen (3).

**Lernziele: Persönliche Kompetenz**

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).

**Angebotene Lehrunterlagen**

Skript

**Lehrmedien**

Tafel, Notebook, Beamer

**Literatur**

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

| **Teilmodul** | **TM-Kurzbezeichnung** |
|---|---|
| **Elektromagnetische Verträglichkeit** | **EMV** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Thomas Stücke | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Thomas Stücke | nur im Sommersemester |

| Lehrform |
|---|
| Seminaristischer Unterricht mit Übungen und Praxis im EMV-Labor |

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

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 60 h | Vor- und Nachbereitung 60 h;<br>Prüfungsvorbereitung 30 h |

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

| Inhalte |
| --- |
| Teil 1: Theorie<br>• Einführung, Begriffe, Problembeschreibung<br>• Störungsbeschreibung in analogen und digitalen Systemen<br>• Klassifizierung und spektrale Darstellung von Störquellen der EMV-Umgebung<br>• Beeinflussungswege: Kopplungsarten, Kopplungen zwischen Leitungen und Feldeinkopplungen in Leiterstrukturen<br><br>Teil 2: Praxis<br>• Einleitung<br>• Grundlagen angewandter EMV: Pulse und Transiente, Elektrostatische Entladungen,Elektromagnetische Wellen<br>• Filterung, Schirmung, Erdung: Modelle, Störsignale im Zeitbereich und Frequenzbereich, Störenergien leitungsgeführt und gestrahlt<br>• Entstörmaßnahmen: Passive und aktive Entstörung, HF-Bauteile in der Realität, Rechnen im logarithmischen Maßstab<br>• Messen und Prüfen: EMV-Messgeräte, FFT-Messtechnik, Störaussendung und Störfestigkeit, Besonderheiten der E-Mobility, Einflüsse der Messumgebung, EMV-Simulation, Werkzeuge in der Entwicklung (Pre-Compliance)<br>• Praktika der Messtechnik: typische Versuchsanordnungen von EMV-Messungen<br>• EMV-Entwicklung und Planung: Schaltplan- und Layouterstellung mit Beispielen<br>• Dokumentation der EMV |
| Lernziele: Fachkompetenz |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>• die Grundprinzipien der EMV zu beschreiben, die unterschiedlichen Verkopplungsarten zu erklären, interne u. externe EMV zu unterscheiden und Ursachen elektromagnetischer Unverträglichkeit zu klassifizieren (2)<br>• Störquellen bezüglich ihrer Eigenschaften zu klassifizieren, typische Störsignale im Zeit- und Frequenzbereich darzustellen sowie die Umrechnung zwischen beiden Darstellungsformen mittels EMV-Tafel und Nomogramm auszuführen (3)<br>• die charakteristischen Kennzahlen von einfachen Leiterstrukturen einschließlich geeigneter Näherungen zu ermitteln, mit Hinblick auf die Berechnung der Verkopplung von kurzen und langen Leitungen (3)<br>• die charakteristischen Kennzahlen von einfachen Antennenstrukturen einschließlich geeigneter Näherungen zu ermitteln, mit Hinblick auf die Berechnung der Feldeinkopplung in kurze Leitungen (3)<br>• Störspannungen durch Kopplungen zwischen Leitungen und Feldeinkopplungen in Leiterstrukturen analytisch und unter Anwendung von Näherungen zu berechnen (3)<br>• abhängig vom Impedanzniveau die passende Filtertopologie auszuwählen sowie Schirmungen und Erdungen richtig auszuführen (3)<br>• den Aufbau eines Messempfängers einschließlich FFT-Messmethode zu erklären, Schmalband- und Breitbandstörer voneinander zu unterscheiden sowie die Unterschiede der Messdetektoren zu beschreiben (2)<br>• die typischen Messaufbauten zur leitungs- und feldgebundenen Störemissionsmessung am Beispiel für den Automotivbereich zu erklären (2) |

| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
| --- |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs). |
| **Angebotene Lehrunterlagen** |
| Präsentationsfolien, Skript, Übungen, Literaturliste |
| **Lehrmedien** |
| Rechner, Beamer, Tafel, Versuchsaufbau im EMV-Labor |
| **Literatur** |
| • Durcansky, G., „EMV-gerechtes Gerätedesign“, Franzis-Verlag<br>• Gonschorek, K.H., Singer, H., Anke, D. u.a., „Elektromagnetische Verträglichkeit - Grundlagen, Analysen, Maßnahmen“, Teubner-Verlag<br>• Schwab, A., „Elektromagnetische Verträglichkeit“, Springer-Verlag |

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

| **Teilmodul** | **TM-Kurzbezeichnung** |
|---|---|
| **Elektronische Schaltungen und Systeme (Electronic Circuits and Systems)** | **ESS** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Martin Schubert | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Martin Schubert | in jedem Semester |

| Lehrform |
|---|
| 50% theory & computer-aided simulation, 50% practical training in the lab |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang [SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand [ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| | 4 SWS | Deutsch/Englisch | 5 |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 56 h campus program | 62h preparation and follow-up; 32h exam preparation |

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

| Inhalte |
|---|
| **Part A: Seminaristic Classroom Teaching with Computer-Aided Simulation**<br>1. Introduction and Overview<br>2. Main Example: A Switch-Mode Step-Down Converter<br>3. A/D and D/A Converter Modeling<br>4. Control Loops<br>4.1 LTI Feedback Loops<br>4.2 Matlab/Simulink Modeling<br>4.3 Fuzzy as Non-Linear Control Loop Example<br>5. Analog PID Controller Setup für DC/DC Conversion<br>6. Digitization of Analog PID Controllers<br>7. Embedded (Hardware/Software Codesign) Aspects<br><br>**Part B: Practical Training in the Laboratory**<br>• Getting Started with DE1-SoC Board According to Instruction<br>• Getting Started with DC/DC Buck Converter Board According to Instruction<br>• Characterization of DC/DC Buck Converter Board According to Instruction<br>• Group oriented: related projects |
| Lernziele: Fachkompetenz |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>**After successfully completing this module, the students are able to …**<br>• create top-level mixed analog/digital electronic systems using Matlab/Simulink (3), and to optimize control loops employing model based design (MDB).<br>• calculate PID control parameters on the base of open-loop gain measurements “by hand” as well as to define a Fuzzy logic solution.<br>• identify required modules of the system (2) and create linear and time-invariant (LTI) analog and/or digital models of them (3).<br>• handle digital hardware by modifying and compiling VHDL code (3) and downloading it into an FPGA (2).<br>• handle analog hardware by reading and understanding (2) its schematic and PCB layout.<br>• operate complex measuring equipment in the lab and use it in a qualified manner, e.g. for open-loop gain measurements according to the method of Middlebrook (2).<br>• extract LTI model parameters for analog / digital hardware blocks from circuit schematics (3), appropriate for higher level simulation, e.g. using Matlab/Simulink.<br>• read FPGA internal signals using embedded (hardware/software codesign) techniques. |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs). |
| Angebotene Lehrunterlagen |
| Skripten, Übungen, Praktikumsanleitungen, Literaturliste |
| Lehrmedien |
| Tafel, Beamer, Einrichtung des Elektroniklabors (S081) |

| Literatur |
| --- |
| [1] V-Model, available: https://en.wikipedia.org/wiki/V-Model<br>[2] Agile software development, available:https://en.wikipedia.org/wiki/Agile_software_development<br>[3] Scrum software development, available: https://en.wikipedia.org/wiki/Scrum_(software_development)[4] M. Schubert, Linear Feedback Loops, available: https://hps.hs-regensburg.de/~scm39115/homepage/education/lessons/LinearFeedbackLoops/LinearFeedbackLoops.pdf.<br>[5] H. Mann, H. Schiffelgen R. Froriep, K. Webers, Einführung in die Regelungstechnik, Carl Hanser Verlag München 2019, ISBN 978-3-446-45002-B, E-Book-ISBN: 978-3-446-45694-5<br>[6] Buck Converter, available: https://en.wikipedia.org/wiki/Buck_converter<br>[7] Robert Sheehan, Understanding and Applying Current-Mode Control Theory, Texas Instruments Literature Number: SNVA555, available: http://www.ti.com/lit/an/snva555/snva555.pdf<br>[8] Henry J. Zhang, Basic Concepts of Linear Regulator and Switching Mode Power Supplies, Analog Devices, Application Note 140, Oct. 2013, available: https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/application-notes/AN140.pdf.<br>[9] Eagle design software available: https://de.wikipedia.org/wiki/Eagle_(Software).<br>[10] Simulink User's Guide, available: https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/simulink/sl_using.pdf.<br>[11] Matlab, available: https://de.mathworks.com/help/matlab/.<br>[12] Middlebrook's and Rosenstark's loop gain measurements, EDN, Dec. 26, 2018, available: https://www.edn.com/middlebrooks-and-rosenstarks-loop-gain-measurements/ |
| **Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung** |
| Verpflichtende Voraussetzungen: Technical Bachelor degree<br>Empfohlene Vorkenntnisse: Documents English, teaching language is German or English depending on students. |

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

| **Teilmodul** | **TM-Kurzbezeichnung** |
|---|---|
| **Embedded Linux** | **ELX** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Michael Niemetz | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Michael Niemetz | nur im Wintersemester |
| **Lehrform** | |
| Seminaristischer Unterricht mit 50% Übungsanteil | |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang [SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand [ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| 1, 2 oder 3 | 4 SWS | Deutsch | 5 |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| Vorlesung: 28 h; Laborübungen: 28 h | Vor- und Nachbereitung: 86 h; Prüfungsvorbereitung: 8 h |

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

| Inhalte |
| --- |
| **Einrichtung eines Linux-Systems**<br>Grundlegende Schritte bei der Systemadministration wie Installation, Benutzerverwaltung, Netzwerkeinrichtung, Rechteverwaltung werden vermittelt.<br><br>**Kommandozeile / Programmentwicklung**<br>Die Verwendung der Kommandozeile wird exemplarisch an einigen Anwendungen demonstriert. Die Entwicklung und Übersetzung von C Programmen mit gängigen Werkzeugen (gcc, make, Editoren) wird geübt. Einfache Shell-Programme werden erstellt. Hierbei kommt auch Versionsverwaltungssoftware zur Anwendung.<br><br>**Dateisysteme**<br>Die wichtigsten Eigenschaften der gängigsten Dateisysteme werden besprochen und deren Einrichtung und Einbindung in das System geübt.<br><br>**Bootvorgang**<br>Die verschiedenen Stufen des Bootvorganges bis zum laufenden Mehrbenutzersystem werden besprochen, sowie die praktische Einrichtung eines bootfähigen Systems durchgeführt.<br><br>**Embedded Linux**<br>Die speziellen Erfordernisse vieler Embedded Systeme (z.B. Speichersysteme mit eng begrenzter Wiederbeschreibbarkeit, Echtzeitfähigkeit, begrenzter Systemspeicher) werden erklärt, sowie Lösungswege aufgezeigt.<br><br>**Hardware-Zugriffe**<br>Wesentliche Aufgabe von embedded-Anwendungen ist die Steuerung von Peripherie. Moderne embedded Linux-Systeme sind hierfür mit einer Vielzahl von Schnittstellen (z.B. UART, SPI, I2C, GPIO, ADC) ausgestattet. Die Schnittstellen, sowie die Linux Kernel-Philosophie werden erklärt sowie exemplarisch der Zugriff über C- und Shell-Programme über existierende Kernel-Treiber praktisch erprobt.<br><br>**Interprozesskommunikation**<br>Grundlegende Elemente der Interprozesskommunikation (insbes. Signale, Pipelines, Shared-Memory) werden vorgestellt sowie die Unterschiedlichen Eigenschaften diskutiert.<br><br>**Kernel**<br>Grundlegende Struktur eines Linux-Systems, User- und Kernelspace, Modularisierung, Kernelparameter, Konfiguration des Kernels |
| Lernziele: Fachkompetenz |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Embedded Linux Systeme in ihrer Entwicklungsarbeit einzusetzen und grundlegende Systemadministrationsaufgaben umzusetzen.<br><br>**Folgende Kenntnisse (1) werden hierfür von den Teilnehmern des Kurses erworben (5 %):**<br>* Kenntnis der themenrelevanten englischsprachigen Fachbegriffe<br>* Grundverständnis der Linux Philosophie (Modularer Kernel, Prozeßmodell, Dateisysteme, Mehrbenutzersystem, Rechte, Netzwerk)<br>* Kenntnis der wichtigsten Kommandozeilen-Werkzeuge, Editoren und Systemkomponenten.<br>* Kenntnis der wichtigsten Methoden der Interprozesskommunikation. |

* Kenntnis des Systemaufbaus, Gliederung in Kernel- und Userspace, Modularisierung des Kernels

**Folgende Fertigkeiten (2) werden hierfür von den Teilnehmern des Kurses erworben (55 %):**
* Meistern grundlegender Administrationsaufgaben in Linux/Unix Umgebungen.
* Umgang mit gängigen Administrations- und Entwicklungswerkzeugen
* Einrichten eines Linux-Betriebssystems auf einer kompatiblen Hardwareplattform
* Zugriff auf embedded-spezifische Controllerperipherie (z.B. AD-Wandler, serielle Bussysteme, I/O Leitungen) über vorhandene Kerneltreiber.
* Kernel-Konfiguration und elementare Vorgehensweisen zur Entwicklung eigener Kerneltreiber

**Folgende Kompetenzen (3) werden hierfür von den Teilnehmern des Kurses erworben (40 %):**
* Bewerten von Vor- und Nachteilen des Einsatzes von Linux in Embedded-Control Lösungen und Treffen entsprechender System-Designentscheidungen unter Berücksichtigung der vielfältigen Anforderungen und Folgen.
* Vorstellung und Begründung eigener Designentscheidungen
* Entwicklung von Problemlösungen in Teamarbeit
* Lösung komplexer Problemstellungen mittels Literaturrecherche und Studium von Hardware- und Softwarespezifikationen

## Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, sich in einem komplexen Softwaresystem zurechtzufinden, indem Sie die vorhandene Dokumentation einsetzen um sich das System für eigene Entwicklungsarbeit nutzbar zu machen, obwohl die Komplexität des Systems eine vollständige eigene gedankliche Durchdringung nicht mehr gestattet.

Weitere persönliche Kompetenzen werden in dieser Lehrveranstaltung nicht explizit, sondern verwoben mit den fachlichen Kompetenzen vermittelt und soweit möglich geprüft.

## Angebotene Lehrunterlagen

* Skript
* Literaturliste
* Praktikumsanleitungen
* ergänzende Unterlagen im zugehörigen eLearning-Kurs

## Lehrmedien

* Tafel
* Rechner mit Linux-Umgebung
* Videoprojektor
* Persönlicher Laborkoffer mit Embedded Linux System und Elektronikbauteilen

| Literatur |
| --- |
| * Karim Yaghmour, Jon Masters, Gilad Ben-Yossef, Philippe Gerum, Building Embedded Linux Systems, O'Reilly, 2008<br>* Gene Sally, Pro Linux Embedded Systems, Apress, 2010.<br>* Christopher Hallinan, Embedded Linux Primer, 2nd Edition, Prentice Hall, 2011<br>* Michael Kerrisk, The Linux Programming Interface. William Pollock, 2010.<br>* Christine Wolfinger, Linux-Unix-Kurzreferenz. Für Anwender, Entwickler und Syste- madministratoren. It Kompakt. Dordrecht: Springer, 2013.<br>* Chris Simmonds, Mastering Embedded Linux Programming: Packt Publishing, Auf- lage 2, 2017.<br>* John Madieu, Linux Device Drivers Development: Develop customized drivers for embedded Linux: Packt Publishing, 2017. |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
| Empfohlene Vorkenntisse:<br><br>Für die erfolgreiche Teilnahme werden fundierte praktische Programmierkenntnisse sowie Kenntnisse einer höheren Programmiersprache (bevorzugt C), ein Grundverständnis für Mikrocontroller und deren Peripherie, sowie Erfahrung im praktischen Umgang mit seriellen Kommunikationsbussen (SPI und I2 C) benötigt. Hilfreich sind Grundkenntnisse des praktischen Softwareengineerings wie Versionsmanagement und Softwaredesign. |

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Fiber Optic Communication** | **FOC** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Thomas Fuhrmann | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Thomas Fuhrmann | nur im Wintersemester |

| Lehrform |
|---|
| Seminaristic lecture with practical experiments |

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

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 56 h | 56h pre- and post-preparation of lecture + 36h exam preparation + 2h exam |

| Studien- und Prüfungsleistung |
|---|
| see study plan table |
| **Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis** |
| see study plan table |

**Inhalte**

- Basics of Optical Fibers: Single Mode Fibers, Multimode Fibers, Special Fibers, Polymer Optic Fibers, Photonic Crystal Fibers, Modes, Attenuation, Dispersion, Polarization Mode Dispersion, Manufacturing technologies
- Principles of Fiber Optic Communication Systems: DWDM Systems, CWDM Systems, PON Systems
- Components for Fiber Optic Communication Systems: Connectors, Lasers, Photodiodes, Modulators, Amplifiers, Attenuators, Filters, Switches, Add-Drop-Multiplexers, Dispersion Compensators
- Principles and Components of Integrated Optics
- Modulation Formats, Bit Error Detection and Forward Error Correction
- Electronic circuits for Lasers and Photodiodes
- Fiber Optics Measurement Technology: Optical Power Meter, OTDR, OSA, Wavelength Meter

**Lernziele: Fachkompetenz**

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
After completing this module, student have learned:

- Understanding principles of fiber optic communication systems. (2)
- Knowing types of fibers, their properties and usage. (1)

- Knowing important components and their functions in fiber optic communication systems. (1)
- Knowing principles and basic components in integrated optics. (1)
- Knowing modulation formats and bit error handling. (1)
- Knowing electronic circuits for lasers and photodiodes. (1)
- Knowing principles and devices for fiber optic measurment. (1)
- Calculation of important parameters of fiber optic communication systems. (2)
- Analysis of fiber optic communication systems. (3)
- Design of simple fiber optic communication systems according to required applications. (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
After completing this module, student have learned:

- Reading and understanding technical texts about fiber optic communication written in English. (3)
- Analysis of technical problems in the field of fiber optic technologies. (3)
- Discussion with colleagues about technical aspects of fiber optic technologies and communication systems. (3)

Angebotene Lehrunterlagen

Script, Articles, practical exercises

Lehrmedien

Beamer, Blackboard

Literatur

Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Hinweis: Only for Master Students
Empfohlene Vorkenntnisse: Maxwell’s Equations and electromagnetic waves

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Fortgeschrittene Signalverarbeitung** | **FSV** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Peter Kuczynski | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Peter Kuczynski | nur im Wintersemester |
| **Lehrform** | |
| Seminaristischer Unterricht, Übungen | |

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

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 56 h | Vor- und Nachbereitung: 56 h;<br>Prüfungsvorbereitung: 38 h |

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

**Inhalte**

- Abtastratenerhöhung (Interpolation mit einem ganzzahligen Faktor), spezielle Entwurfsverfahren für digitale Filter
- spezielle Anwendungen der DFT in der Praxis (schnelle Faltung, Zweikanal-DFT,Spektralschätzung, Interpolation)
- Energiesignale und Leistungssignale
- Grundlagen der Signalverarbeitung stochastischer Signale
- Korrelation, Leistungsdichtespektrum, Energiedichtespektrum
- Anwendung von Rauschen als Testsignal bzw. Referenzsignal
- Schätzung der Korrelationsfunktionen in der Praxis
- Adaptive Filter (Wiener-Filter), Optimierung nach der Methode der kleinsten mittlerenFehlerquadrate, spezielle Lösungsmethoden
- Anwendungen von adaptiven Filtern (Systemidentifikation, inverse Modellierung, Störunterdrückung, Unterdrückung periodischer Interferenz, LPC-Analyse, Sprachmodellierung)
- Wiener-Lee-Beziehungen und deren Anwendungen in der Praxis
- Anwendung von Simulationsprogrammen Matlab und Simulink
- Hilbert-Transformation, analytisches Signal

| Lernziele: Fachkompetenz |
|---|
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>• Verfahren zur Erhöhung der Abtastraten (Interpolation mit einem ganzzahligen Faktor) zu entwickeln und zu realisieren (3)<br>• ausgewählte fortgeschrittene Verfahren der Signalverarbeitung mithilfe der DFT zu entwickeln, zu realisieren und zu bewerten (3)<br>• die fundamentalen theoretischen Beziehungen der Signalverarbeitung stochastischer Signale zu verstehen und diese anzuwenden (3)<br>• adaptive Filter theoretisch zu verstehen, sie anzuwenden und die Lösungs- bzw. Optimierungsverfahren zu bewerten (3)<br>• die Wirkungsweise der grundlegenden Anwendungen adaptiver Filter zu verstehen und zu bewerten (3).<br>• die Theorie der Hilbert-Transformation zu verstehen und deren Anwendung zu kennen (3)<br>• die lineare Prädiktion zur Codierung von Sprachsignalen zu verstehen und anzuwenden (3)<br>• die theoretisch behandelten Verfahren der fortgeschrittenen Signalverarbeitung mithilfe von MATLAB und Simulink zu realisieren und zu bewerten (3) |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs). |
| Angebotene Lehrunterlagen |
| Hilfsblätter zur Vorlesung |
| Lehrmedien |
| Overheadprojektor, Tafel, Rechner/Beamer |
| Literatur |
| Oppenheim, Schafer: Discrete Time Signal Processing, Prentice Hall 1989 |

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

| **Teilmodul** | **TM-Kurzbezeichnung** |
|---|---|
| **Funktionale Sicherheit und IT-Sicherheit** | **FS** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Jürgen Mottok | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Jürgen Mottok<br>Sebastian Renner (LB) | in jedem Semester |
| **Lehrform** | |
| Wissenschaftliches Seminar mit Übungsanteil (mit Teamarbeit) | |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| | 4 SWS | Deutsch | 5 |

Zeitaufwand:

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

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

Inhalte

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

**System**

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

**Software**

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

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

**System**

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

**Software (Basiswissen sichere Software)**

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

Lernziele: Fachkompetenz

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

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

**Kenntnisse**

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

**Fertigkeiten**

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

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

**Fach- und Methodenkompetenz**

- Evaluierung und Kontextualisierung der Ergebnisse von sicherheitsrelevanten Systemanalysen (3)

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

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die folgenden Kompetenzen, dem Kompetenzraster von Erpenbeck folgend, zu zeigen:

**Personale Kompetenzen**

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

**Aktivitäts- und Handlungskompetenz**

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

**Sozial- kommunikative Kompetenzen**

- Konfliktlösungsfähigkeit zeigen (3)

- Integrationsfähigkeit zeigen und verschiedene Positionen bei der Aufgabenbearbeitung zuzulassen (3)
- Die eigene Teamfähigkeit weiter entwickeln (3)
- Die eigene Problemlösungsfähigkeit entwickeln (3)
- Verständnisbereitschaft zeigen im dialogischen Diskurs (3)
- Mit Experimentierfreude neue Ideen zulassen und ausprobieren (3)
- Die eigene Sprachgewandtheit im Team ausreifen (3)
- Beziehungsmanagement im Team entwickeln (3)
- Pflichtgefühl in den Aufgaben zeigen (3)

| Angebotene Lehrunterlagen |
| --- |
| Skript, Foliensatz, Literaturverweise |

| Lehrmedien |
| --- |
| • Übungsaufgaben<br>• Aktuelle Paper |

| Literatur |
| --- |
| Ein Quellenverzeichnis findet sich im digitalen Kursraum moodle. |

| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
| --- |
| Vorkenntnisse in Software Engineering und Programmierung (bspw. C/C++) |

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

| **Teilmodul** | **TM-Kurzbezeichnung** |
|---|---|
| **Geregelte Elektrische Antriebe** | **GEA** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Manfred Bruckmann<br>Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Manfred Bruckmann<br>Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger | nur im Wintersemester |

| Lehrform |
|---|
| Seminaristischer Unterricht mit ca. 15% Übungsanteil, Simulationen |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| | 4 SWS | Deutsch | 5 |

Zeitaufwand:

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

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

Inhalte

**Teil A (2 SWS): Leistungselektronische Steller (Prof. Bruckmann)**

Gleichstromsteller, Drehstromsteller, Istwerterfassung, Ansteuerung

1. Leistungselektronische Steller
   - Leistungsteile für DC Brushless - DC Drehstrommotoren
   - Leistungsteile für Reluktanzmotoren
   - Leistungsteile für Schrittmotoren
   - Spannungsschwellen Stromschwellen Isolationskoordination

2. Istwerterfassung

   - Sensoren für die Strommessung
   - Sensoren für die Spannungsmessung
   - Sensoren für Lage und Drehzahlmessung, Hallsenoren.
   - Dazu gehörige Schaltungen bzw. Prinzipien.

3. Potenzialtrennung

   - Anforderungen
   - Potenzialtrennung analog,
   - Potenzialtrennung digital,

4. Ansteuerung und Schutz

   - Anforderungen
   - Lösungsansätze
   - Praktisches Beispiel einer ausgeführten Schaltung

5. Praktische Beispiele

   - Studentisches Projekt 1
   - Studentisches Projekt 2
   - Studentisches Projekt 3
   - Studentisches Projekt 4

**Teil B (2 SWS): Regelung elektrischer Antriebe (Prof. Hopfensperger)**

1. Grundlagen
   - Komponenten eines Antriebsystems
   - Translatorische, rotatorische Bewegung, mechanische Bewegungsgleichung
   - Bestimmung Massenträgheitsmoment

2. Regelung der Gleichstrommaschine (GM)

   - Modellbildung GM
   - Regelungstechnische Modellbildung von Stromrichtern
   - Auslegung des Ankerstromreglers
   - Auslegung des Drehzahlreglers

3. Drehfeldantriebe

- Drehfelderzeugung
- Raumzeigerbeschreibung
- Systemgleichungen

4. Regelung der Synchronmaschine (SM)

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

5. Regelung der Asynchronmaschine (ASM)

- Regelungstechnisches Modell einer ASM
- Spannungsmodell
- Strommodell
- Feldorientierte Regelung der spannungsgespeisten ASM

Lernziele: Fachkompetenz

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

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

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).

Angebotene Lehrunterlagen

Übungsaufgaben, Arbeitsblätter

Lehrmedien

Tafelbild, Präsentation, Übungsbeispiele

| Literatur |
| --- |
| Teil A: wird während der Vorlesung bekannt gegeben<br><br>Teil B:<br>• Nuß, U.; Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe, VDE-Verlag, 2010, ISBN:978-3-8007-3218-0<br>• Probst, U.; Servoantriebe in der Automatisierungstechnik, Vieweg, 2011, ISBN978-3-8348-0927-8<br>• Quang, N. P., Dittrich, J.-A.; Vector Control of Three-Phase AC Machines, Springer Verlag<br>• Schröder D.; Elektrische Antriebe, Springer Verlag |

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

| **Teilmodul** | **TM-Kurzbezeichnung** |
|---|---|
| **Hochfrequenz-Schaltungstechnik** | **HFS** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Thomas Stücke | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Thomas Stücke | nur im Wintersemester |
| **Lehrform** | |
| Vorlesung im Rechner-Pool mit begleitenden praktischen Übungen | |

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

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 60 h | Vor- und Nachbereitung: 60 h;<br>Prüfungsvorbereitung: 30 h |

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

| Inhalte |
|---|
| • Einführung<br>• Radiotechnik<br>• Hochfrequenzsysteme<br>• Besonderheiten von Hochfrequenzschaltungen<br>• Wellen auf Leitungen<br>• Reflexion und Anpassung<br>• Streuparameter<br>• Impendanztransformation<br>• Verlustlose Anpassungsnetzwerke<br>• Anpassung mit Leitungen<br>• Technologien planarer Hochfrequenzschaltungen<br>• Passive Komponenten bei hohen Frequenzen<br>• Dioden und Bipolartransistoren<br>• MOS- und Sperrschicht-Feldeffekttransistoren<br>• Entwurfsmethodik für Verstärker<br>• Verstärkerstufen mit Teilanpassung<br>• Verstärkerstufen mit unilateralem Transistor<br>• Verstärkerstufen mit idealer Anpassung<br>• Stabilisierung von Verstärkerstufen<br>• Breitbandverstärker<br>• Rauscharme Verstärker<br>• Leistungsverstärker<br>• Oszillatoren<br>• Elektronisch abstimmbare Oszillatoren<br>• Diodenmischer<br>• Mischer mit Transistoren<br>• Elektronische Schalter<br>• Aktuelle Schaltungsbeispiele |
| **Lernziele: Fachkompetenz** |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>• die Besonderheiten von elektronischen Schaltungen im Hochfrequenzbereich zu erklären (2)<br>• SPICE zum rechnergestützten Schaltungsentwurf einzusetzen (3)<br>• die Funktionsweise und den Aufbau grundlegender Hochfrequenzschaltungen (Verstärker, Mischer, Oszillatoren) zu erläutern (2)<br>• Wellenausbreitung auf Leitungen zu erklären, zu berechnen und mit Spice zu simulieren (3)<br>• die Modellierung von passiven und aktiven Bauelementen bei hohen Frequenzen zu interpretieren (2)<br>• die optimale Auswahl von Bauelementen, Technologien und Herstellungsverfahren zu treffen (3)<br>• Hochfrequenzschaltungen zu analysieren und diese zu entwerfen (3) |
| **Lernziele: Persönliche Kompetenz** |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs). |

| Angebotene Lehrunterlagen |
| --- |
| Foliensätze zu Vorlesungskapiteln, Schaltungsdateien der Simulationsbeispiele |
| **Lehrmedien** |
| Tafel / Whiteboard, PC / Beamer, Simulationsprogramm Spice |
| **Literatur** |
| -U. Tietze, C. Schenk, E. Gamm: Halbleiter-Schaltungstechnik. 14. Auflage, Springer, 2012<br>F. Strauß: Grundkurs Hochfrequenztechnik. 1. Auflage, Vieweg + Teubner, 2012<br>F. Ellinger: Radio Frequency Integrated Circuits and Technologies. 2. Auflage, Springer, 2008<br>T.H. Lee: The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits. 2. Auflage, Cambridge,2004 |
| **Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung** |
| Häufigkeit des Angebots: Das Fach wird nach Bedarf im Sommer- und im Wintersemester angeboten |

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

| **Teilmodul** | **TM-Kurzbezeichnung** |
|---|---|
| **Intelligente Werkstoffsysteme und Metamaterialien** | **IWM** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Mikhail Chamonine | Elektro- und Informationstechnik |
| Lehrende/r / Dozierende/r | Angebotsfrequenz |
| Prof. Dr. Mikhail Chamonine | nur im Sommersemester |

| Lehrform |
|---|
| Seminaristischer Unterricht mit ca. 15% Übungsanteil, Vorträgen der Studierenden, Simulation an Rechnerarbeitsplätzen. |

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

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 60 h | Vor- und Nachbereitung: 60 h,<br>Prüfungsvorbereitung: 30 h |

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

| Inhalte |
| --- |

- Einführung
  - Definition von intelligenten Materialien.
  - Überblick über verschiedene Klassen von intelligenten Materialien.

In der Lehrveranstaltung werden einige aktuelle Themen aus dem folgenden Katalog behandelt:

- Piezoelektrische Materialien
  - Piezoelektrischer Effekt
  - Piezoelektrische Keramiken
  - Piezoelektrische Polymere
  - Konstitutive Modellierung
  - Anwendungen
  - Vibrationsenergiewandlung (Energy Harvesting)

- Piezoresistive Materialien als intelligente Sensoren

  - Piezoresisitiver Effekt
  - Konstitutive Modellierung
  - Anwendungen

- Elektrostriktive Materialien

  - Elektrostriktiver Effekt
  - Konstitutive Gleichungen
  - Anwendungen

- Riesenmagnetowiderstand-Effekt (GMR)

  - Physikalischer Effekt
  - Spintronik
  - Anwendungen

- Magnetostriktive Materialien

  - Physikalische Effekte
  - Konstitutive Gleichungen
  - Anwendungen

- Formgedächtniswerkstoffe

  - Formgedächtnislegierungen
  - Magnetische Formgedächtnislegierungen
  - Formgedächtnispolymere
  - Elektrisch leitende Polymere als intelligente Materialien
  - Anwendungen

- Magnetische Gele (Ferrogele)

  - Magnetoviskoelastische Eigenschaften
  - Konstitutive Gleichungen

- Anwendungen

- Magnetorheologische Flüssigkeiten und Elastomere

  - Magnetorheologischer Effekt
  - Physikalische Modelle
  - Anwendungen

- Elektrorheologische Flüssigkeiten

  - Elektrorheologischer Effekt
  - Physikalische Modelle
  - Anwendungen

- Dielektrische Elastomere

  - Konstitutive Gleichungen
  - Anwendungen

- Metamaterialien

  - Elektromagnetische und Optische Metamaterialien
  - Elastische Metamaterialien
  - Akustische Metamaterialien
  - Anwendungen

- Intelligente Materialien für kontrollierte Arzneimittelfreisetzung
  - Physikalische Prinzipien
  - Anwendungen

- Flüssigkristallelastomere

  - Einführung
  - Modelbildung und konstitutive Gleichungen
  - Anwendungen

- Selbstheilende Materialien

- Janus-Teilchen als intelligente Materialien
  - Geschichte und Herstellungsmethoden
  - Self-assembly Strukturen
  - Verhalten in externen Feldern

| Lernziele: Fachkompetenz |
|---|
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>• Die wichtigsten Grippen von intelligenten Werkstoffen und Ihre Anwendungsbereiche zu kennen. (1)<br>• Physikalische und chemische Phänomene in intelligenten Materialien durch die konstitutiven Gleichungen erklären und mathematisch beschreiben zu können (2).<br>• Durch die Verwendung einer kleinen Anzahl von physikalischen Konzepten und Gesetzen qualitative Schlussfolgerungen daraus ziehen zu können. (2)<br>• Die aktuelle Fachliteratur zum Thema „Intelligente Werkstoffstrukturen und Metamaterialien“ lesen und verstehen zu können (2).<br>• Das Konzept „intelligente Materialien und intelligente Strukturen“ zu verstehen (3).<br>• Die Unterschiede zwischen verschiedenen physikalischen Modellen für ein intelligentes Material zu verstehen (3).<br>• Konzepte für Anwendungen von intelligenten Werkstoffen zu entwerfen (3).<br>• Das Konzept „Metamaterialien“ zu verstehen (3) und mathematisch beschreiben zu können.<br>• Konzepte für Anwendungen von Metamaterialien zu entwerfen (3). |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs). |
| Angebotene Lehrunterlagen |
| Skript, Übungsaufgaben, Literaturliste |
| Lehrmedien |
| Tafel, Overheadprojektor, Rechner, Beamer |
| Literatur |
| Shahinpoor, M. (Ed.). (2020). Fundamentals of Smart Materials. Royal Society of Chemistry, London, UK. |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
| **Empfohlene Vorkenntnisse:**<br>Kenntnisse der Grundlagen der Werkstofftechnik aus einem Bachelorstudiengang im Umfang von 3 ECTS.<br><br>Bei Bedarf wird die Lehrveranstaltung auf Englisch gehalten<br><br>**Das Modul wird im SoSe 2022 erstmalig angeboten.** |

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **LabVIEW-Projekte (LabVIEW-Projects)** | **LAP** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Heiko Unold | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Heiko Unold | nur im Sommersemester |
| **Lehrform** | |
| projektbasiertes Praktikum | |

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

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 60 h | eigenständige Projektarbeit: 40 h;<br>Dokumentation: 50 h |

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

**Inhalte**

Die Lehrveranstaltung ist projektbasiert aufgebaut, Ziel ist der Aufbau eines funktionsfähigen Komplettsystems mit LabVIEW. Zu Beginn entscheiden sich die Studierenden für ein Projekt, welches sie selbständig im Rahmen der Veranstaltung umsetzen. Projekte können aus einer Vorschlagsliste gewählt werden oder selbst vorgeschlagen werden. Ausdrücklich erwünscht sind Projekte, welche einen konkreten Bezug zu aktuellen Problemstellungen haben (z.B. in Labors der OTH). Der Schwierigkeitsgrad/Umfang der Projekte wird je nach Vorkenntnis angepasst, bei größeren Projekten sollen Gruppen von 2-3 Studierenden gebildet werden. Die Bewertung erfolgt schwerpunktmäßig anhand der Dokumentation der Soft- und Hardwarelösung sowie der Funktionalität. Ein realistischer Projektplan sowie ein Vortrag zum Zwischenstand und ein Abschlussvortrag fließen ebenfalls in die Bewertung ein. Die Betreuung der Projekte findet in den Kontaktstunden statt, bei Bedarf werden Lehreinheiten zu relevanten Themen der Optoelektronik oder der LabVIEW-Programmierung angeboten.

**Lernziele: Fachkompetenz**

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

- einen LabVIEW-Test analog CLAD mit mindestens 40% zu bestehen (1)
- Eigenständig LabVIEW-Programme mit einer effizienten Struktur (z.B. ereignisbasierter Zustandsautomat) zu erstellen (3)

| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
| --- |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>• einen Projektablauf zu planen, zu verfolgen, evtl. anzupassen und zu präsentieren (2)<br>• eine vollständige Dokumentation ihres Projekts zu erstellen und eine ansprechende, zielgruppengerechte Präsentation zu halten (2) |
| Angebotene Lehrunterlagen |
| Laborgeräte, Rechner, LabVIEW-Lizenz |
| Lehrmedien |
| Labor, Beamer |
| Literatur |
| Georgi; Metin: Einführung in LabVIEW, Hanser-Verlag 2005<br>Mütterlein: Handbuch für die Programmierung mit LabVIEW, Springer-Verlag 2007<br>Hobbs: Building Electro-Optical Systems, John Wiley & Sons, 2009 |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
| Empfohlene Vorkenntisse<br>Grundlagen der LabVIEW-Programmierung; Grundlagen der Optoelektronik |

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

| **Teilmodul** | **TM-Kurzbezeichnung** |
|---|---|
| **Leistungselektronische Bauelemente und Schaltungen** | **LBS** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Rainer Holmer<br>Prof. Dr. Christian Schimpfle | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Rainer Holmer<br>Prof. Dr. Christian Schimpfle | nur im Wintersemester |
| **Lehrform** | |
| Seminaristischer Unterricht mit Übungen | |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| | 4 SWS | Deutsch | 5 |

Zeitaufwand:

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

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

Inhalte

- Kurzeinführung Halbleiter-Grundlagen
- Vergleich idealer-realer Schalter
- Diode (PIN-Diode, Schottky-Diode)
- Bipolartransistor
- Thyristor (GTO/IGCT, Triac)
- Power MOSFET
- IGBT
- Smart power devices, power ICs
- Neue Halbleitermaterialien: SiC, GaN
- Thermisches Verhalten der Bauelemente
- Grundprinzipien der Spannungswandlung
- Linearregler
- Schaltende Gleichspanngungswandler, Buck-, Boost, Buck-/Boost-Konverter
- Kleinsignalmodellierung
- Regelung von Schaltwandlern
- Voltage-Mode-Prinzip, Current-Mode-Prinzip
- Stabilitätskriterien
- Regelkreiskompensation
- Operationsverstärkerbasierte Kompensatoren

Lernziele: Fachkompetenz

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

- Die speziellen Anforderungen an Schalter in der Leistungselektronik zu verstehen (2)
- Die halbleiterphysikalischen Grundlagen darzustellen (3)
- Die spezifischen Eigenschaften und Unterschiede der verschiedenen leistungselektronischen Bauelemente darzustellen (2) und sich kritisch mit diesen auseinanderzusetzen (3)
- Passend zu einer Anwendung die elektronischen Bauelemente auszuwählen (2)
- Die speziellen Randbedingungen sowie Vor- und Nachteile von smart power-Bausteinen bzw. power-ICs zu verstehen (2)
- Vor- und Nachteile von speziellen Halbleiter-Materialien wie SiC und GaN richtig einzuschätzen (2)
- Den Zusammenhang zwischen dem elektrischen und thermischen Verhalten von leistungselektronischen Bauelementen zu analysieren (3)
- Standardschaltungen von Linearreglern, Low-Drop-Out-Regler (1)
- Dimensionierung von Linearreglern (2)
- Grundschaltungen schaltender Gleichspannungswandler (1)
- Verhalten in verschiedenen Betriebsmodi: kontinuierlich/diskontinuierlich (1)
- Zustandsraummittelung (2)
- Herleitung von Übertragungsfunktionen bei Voltage-Mode-Control und Current-Mode-Control (3)
- Regelkreiskompensation von Schaltwandlern durch Pol-/Nullstellenplatzierung (3)
- Schaltungstechnische Realisierung von Reglern basierend auf Operationsverstärkern (3)

| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
| --- |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs). |
| **Angebotene Lehrunterlagen** |
| Skript, Übungsaufgaben, Spice-Simulationsdateien, Literaturliste |
| **Lehrmedien** |
| Tafel, Beamer, Lehrvideos, Videokonferenze |
| **Literatur** |
| [1] D. Schröder. Leistungselektronische Bauelemente, Springer-Verlag, 2 Auflage, 2006<br>[2] J. Lutz, H. Schlangenotto, U. Scheuermann, R. de Doncker. Semiconductor Power Devices, Springer-Verlag, 2nd edition, 2018<br>[3] B. Jayant Baliga. Fundamentals of Power Semiconductor Devices, Springer-Verlag, 2nd edition, 2019<br>[4] U. Probst. Leistungselektronik für Bachelors, Hanser-Verlag, 4. Auflage, 2020<br>[5] C. Basso. Designing Control Loops for Linear and Switching Power Supplies. Artech House, 2012.<br>[6] C. P. Basso. Switch Mode Power Supplies. McGraw-Hill Education, 2 Auflage, 2014.<br>[7] K. Billings and T. Morey. Switchmode Power Supply Handbook. McGraw-Hill, 3 Auflage, 2011.<br>[8] N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins. Power Electronics: Converters, Applications, and Design. Wiley, 3. Auflage, 2002 |
| **Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung** |
| Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen Elektrotechnik, Elektronische Bauelemente, Regelungstechnik |

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Multiphysikalische Modellierung und Simulation** | **MMS** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Thomas Kühner | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Thomas Kühner | nur im Sommersemester |

| Lehrform |
|---|
| Seminaristischer Unterricht, 50 % Übungen am Rechner |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang [SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand [ECTS-Credits] |
|---|---|---|---|
| | 4 SWS | Deutsch/Englisch | 5 |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 56 h | Vor- und Nachbereitung: 62 h,<br>Prüfungsvorbereitung: 32 h |

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

**Inhalte**

Modelica ist eine freie, objektorientierte, akausale und gleichungsbasierte Modellierungssprache für komplexe physikalische Systeme der Elektrotechnik, Mechanik , Antriebstechnik , Mechatronik, Thermodynamik und Regelungstechnik.

- Prinzipien der Modellierung und Simulation
- Modellierungs- und Simulationsumgebungen: OpenModelica und Dymola
- Grundlegende Modelica-Syntax
- Fortgeschrittene Modelica-Funktionalität
- Elektrische und Mechanische Modellierung
- Thermodynamische Modellierung und Regelungstechnik
- Effiziente Organisation von Parameter-DatensätzenFunctional Mockup Interface: Export von multiphysikalischen Modellen für den Import in andere Entwicklungswerkzeuge wie z.B. Simulink

**Lernziele: Fachkompetenz**

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

- Modellierungs- und Simulationsumgebungen zu benennen (1)
- Modelle aus in Bibliotheken vorhandenen Komponenten aufzubauen (2)
- das Verhalten von Systemen mit Hilfe geeigneter Modelle zu untersuchen und zu beurteilen (3)

- Simulationen durchzuführen und die Ergebnisse zu validieren (3)
- eigene Modelle für Komponenten zu entwickeln (2 ), zu validieren (3) und in Bibliotheken zu organisieren (2)
- Modelle als Functional Mockup Unit zu exportieren und in Simulink zu verwenden (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 desModulhandbuchs).

Angebotene Lehrunterlagen

Präsentation, Beiblätter, Tafelbild, Übungen

Lehrmedien

Rechner/Beamer, Tafel

Literatur

Fritzson, Peter: Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3: A Cyber-Physical Approach , Wiley, 2014
Kral, Christian: Modelica - Objektorientierte Modellbildung von Drehfeldmaschinen, Hanser 2019

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Netzwerke für eingebettete Systeme** | **NES** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Norbert Balbierer | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Norbert Balbierer | nur im Sommersemester |

| Lehrform |
|---|
| seminaristischer Unterricht, Übungen, Übungsanteil > 10 % |

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

Zeitaufwand:

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

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

**Inhalte**

- Grundlagen von Computernetzwerken und Bussystemen
- ISO/OSI-Schichtenmodell
- Feldbusse
- CAN und Ethernet (OSI L1 & L2)
- Anwendungen und Beispiele zum CAN-Bus
- Internetprotokolle (TCP/IP) bei eingebetteten Systemen
- Programmierung von TCP/IP-Netzwerkanwendungen (Socket-API)
- Vorlesungbegleitende Bespiele und Übungen

**Lernziele: Fachkompetenz**

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

- Feldbusse und Netzwerke einordnen zu können, deren Einsatzbereiche zu kennen und passende Systeme auswählen zu können (2)
- Netzwerktechnik (Schicht 1 und 2) zu verstehen (2)
- die Internetprotokolle (TCP/IP) zu kennen und deren Funktionsweise zu verstehen (2)
- den CAN-Bus grundlegend zu verstehen und verwenden zu können (3)
- 802.3 Ethernet grundlegend verstehen und verwenden zu können (3)

- Anwendungen programmieren zu können, die unter Verwendung der Socket-API über TCP/IP kommunizieren (3)

| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
| --- |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs). |
| **Angebotene Lehrunterlagen** |
| Skript/Tafelbild, Linux man-pages, Lehrbücher, Konfigurationsdateien und Programme |
| **Lehrmedien** |
| Rechner / Beamer, Tafel, Beispiele mit Ethernet- und CAN-fähiger Hardware (Raspberry Pi, STM32H743, ESP32 o.ä.) |
| **Literatur** |
| Andrew S. Tanenbaum, Computernetzwerke, Pearson<br>James Kurose & Keith Ross, Computernetzwerke: Der Top-Down-Ansatz, Pearson |

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Physik der Halbleiter-Bauelemente** | **BEP** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Rainer Holmer | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Rainer Holmer | nur im Wintersemester |

| Lehrform |
|---|
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |

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

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 60 h | Vor- und Nachbereitung: 90 h |

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

**Inhalte**

- Grundsätzliche Aussagen der Quantenmechanik
- Halbleiterphysik: Kristallstruktur, Bandstruktur, Halbleiterstatistik, Ladungstransport, Generation und Rekombination
- Halbleiterdiode: pn-Übergang, Hochinjektion, Temperaturverhalten, Durchbruchverhalten, Schaltverhalten, Metall-Halbleiter-Kontakt
- Bipolartransistor: Funktionsprinzip, Stromverstärkung, Kennlinien, Schaltverhalten, Modelle
- Feldeffekttransistor: MOS-Kondensator, MOSFET, Kennlinien, Schaltverhalten, Modelle

**Lernziele: Fachkompetenz**

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

- Vertiefte Kenntnisse der physikalischen Zusammenhänge im Halbleiter (Festkörperphysik, quantenmechanische Grundlagen) zur Analyse von Halbleiterstrukturen anzuwenden (3)
- Die physikalischen Zusammenhänge am pn-Übergang zu interpretieren (3)
- Die grundlegende Funktion und Charakteristik von Bipolar- und Feldeffekt-Transistoren zu handhaben (2)
- Eine grundlegende, physikalische Beschreibung des Bauelemente-Verhaltens von Diode, Bipolartransistor und Feldeffekttransistor zu erstellen (2)
- Einfache Device-Simulationen durchzuführen (2) und zu interpretieren (3)

- Modelle für die Schaltungssimulation zu benutzen (2)
- Die Funktionalität von elektronischen Bauelementen und deren physikalische Grenzen und Randbedingungen einzuschätzen (3)
- Die Anwendbarkeit von Device-Simulationen und –modellen auf spezifische Problemstellungen einzuschätzen (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).

Angebotene Lehrunterlagen

Skript, Literaturliste

Lehrmedien

Tafel, Notebook, Beamer

Literatur

[1] F. Thuselt: „Physik der Halbleiterbauelemente“, Springer, 2018
[2] Sze S.M., Li, Y., Ng K.K.: Physics of Semiconductor Devices, Wiley, 2021
[3] R. Müller: „Grundlagen der Halbleiter-Elektronik“, Springer, 5. Auflage, 1987
[4] C. Kittel: „Einführung in die Festkörperphysik“, Oldenbourg, 2024
[5] M. Reisch: „Elektronische Bauelemente“, Springer, 2. Auflage, 2007

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Sensorfusion** | **SF** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Andreas Maier | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Andreas Maier | nur im Wintersemester |

| Lehrform |
|---|
| Seminaristischer Unterricht mit Übungen |

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

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 60 h | 90 h |

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

**Inhalte**

- Vorteile und Sinn der Sensorfusion Anhand von Beispielen.
- Koordinatensysteme und Orientierung im Raum. Lagedarstellungen mittels Drehmatrix, Eulerwinkel und Quaternion.
- Statistische Kenngrößen: Mehrdimensionale Gaußverteilung und Kovarianzmatrix.
- Messprinzipien und Kennwerte von Sensoren wie Beschleunigungssensoren und Drehratensensoren, Magnetfeldsensoren (Kompass), barometrischer Höhenmesser.
- Trägheitsnavigation und Strapdown-Rechnung: Integration von Beschleunigungs- und Drehratenmesswerten zu Lage, Geschwindigkeit und Position.
- Grundlagen der Globalen Satellitennavigationssysteme wie GPS und Galileo: Messprinzipien, Fehlerquellen und Verarbeitung der Messwerte.
- Fusionsmethoden: LS-Schätzer, Kalman-Filter, erweitertes Kalman-Filter
- Verschiedene Beispiele von Systemen zur Sensorfusion aus der Navigationstechnik.

**Lernziele: Fachkompetenz**

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

- grundsätzliche Konzepte von Sensorfusion zu verstehen (2)
- grundsätzliche Sensorprinzipien zu kennen (1) und Kenngrößen sowie den Nutzen spezieller Sensorkombinationen zu verstehen (2).
- Ort, Geschwindigkeit und Orientierung im dreidimensionalen Raum zu beschreiben (3)

- Anwendung von Sensorfusionsmethoden (LS-Schätzer und Kalman-Filter) auf einfachere Systeme anzuwenden (3)
- anspruchsvollere praktische Anwendungen und nichtlineare Filter zu verstehen (2)
- speziellere alternative Fusionsmethoden zu benennen (1)

| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
| --- |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs). |
| **Angebotene Lehrunterlagen** |
| Skript |
| **Lehrmedien** |
| Tafel, Beamer |
| **Literatur** |
| Wendel, J. (2011): Integrierte Navigationssysteme: Sensordatenfusion, GPS und Inertiale Navigation. 2. Auflage. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.<br><br>Groves, P. D. (2013): Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems. 2. Auflage. Boston: Artech House. |

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Vertiefung Microcontroller (Master)** | **VMCM** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Stefan Krämer | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Stefan Krämer | in jedem Semester |

| Lehrform |
|---|
| Selbstständige Bearbeitung eines Entwicklungsprojektes |

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

Zeitaufwand:

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

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

**Inhalte**

- Internet-Recherche nach dem aktuellen Stand der Technik
- Umsetzung von komplexer Projekte mit Mikrocontrollern verschiedener Hersteller mit ARM-Derivaten (Cortex M0, M3, M4), Schaltungsentwurf ggf. mit -simulation
- Schaltungsentwurf (analog/ digital) / Leiterplatten-Design / mechanischer Aufbau (löten auch kleine SMD-Bauteile) - Prototypenaufbau / Software-Erstellung (Assembler / C / RTX-Keil)
- EI-WIKI-Eintrag erstellen und Projekt präsentieren

**Lernziele: Fachkompetenz**

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

- mit Entwicklungsumgebung zu arbeiten (3)
- HW- und SW-Vorgaben mittels geeigneter Hardware umsetzen zu können (2)
- Schaltplan und Leiterplatte erstellen (z. B. mit EAGLE) zu können (2)
- Entwicklungsprozesses und erstellte SW dokumentieren zu können (Doxygen) (2)
- Ergebnisse präsentieren zu können (Zwischen- und Endpräsentation) (2)
- Online-Dokumentation erstellen zu können (EI-Wiki) (2)

| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
| --- |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>• systematisch an Probleme herangehen zu können (2)<br>• selbstkritisch Ergebnisse diskutieren und kontrollieren zu können (1)<br>• im Team arbeiten zu können (2) |
| Angebotene Lehrunterlagen |
| EI-Wiki (Vorherige Projekte) |
| Lehrmedien |
| Rechner, Beamer, Tafel, Flipchart, Evaluationboards, Logikanalyzer, Mikroskop, 3D-Drucker, Lötarbeitsplatz, EI-Wiki |
| Literatur |
| • Datenblätter (englisch) des benutzten Prozessors<br>• Assembly language programming, ARM Cortex M3, Vincent Mahout, Wiley, 2012<br>• ARM assembly language with hardware experiments, Ara Elahi, Trevor Arjeski, Springer, 2015<br>• Introduction to ARM Cortex-M microcontrollers, Jonathan W. Valvano, 2015, Vol. 1englischsprachige Original-Datenblätter des Prozessorherstellers |

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Vertiefung programmierbare Logik** | **VPL** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Prof. Dr. Florian Aschauer | Elektro- und Informationstechnik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Prof. Dr. Florian Aschauer | nur im Wintersemester |

| Lehrform |
|---|
| Seminar / Projektarbeit (100% Übungsanteil) |

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

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|---|---|
| 56 h | Vor- und Nachbereitung: 70 h;<br>Prüfungsvorbereitung: 24 h |

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

**Inhalte**

- Einarbeiten in FPGA-Evaluationsboards, PSOC-Evaluationsboards
- Einarbeiten in FPGA-Entwurfssoftware VIVADO
- Einarbeiten in Software-Development-Kit (SDK, XILINX)
- Erstellen von Hardwarestrukturen in VHDL
- Erstellen von Programmen auf PSOC's in C, Bare Metal und mit Betriebssystem LINUX
- Erstellung angepasster LINUX-Distributionen mit XILINX-Peta-Linux
- Konfiguration der Schnittstelle Prozessor/FPGA-HW
- Bearbeiten überschaubarer Aufgaben (allein oder Teamarbeit bei größeren Aufgaben, Schnittstellenabsprache)
- EI-WIKI-Eintrag

**Lernziele: Fachkompetenz**

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

- Den Aufbau der All Programmable System-on-Chip (APSoC) –Bausteine anzugeben (1)
- mit der Entwurfssoftware VIVADO, umzugehen (2)
- mit VHDL-Editor und Simulator zu arbeiten (2)
- Ein Entwicklungsprojekt zu strukturieren (2)
- Timingplanung, RTL-Partitionierung, VHDL-Codierung zu entwickeln (3)
- Schnittstellen FPGA/PS zu realisieren (3)

- ein FPGA/PSOC-Projekt anhand einer Aufgabenstellung selbstständig zu realisieren (3)

| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
| --- |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs). |
| **Angebotene Lehrunterlagen** |
| Dokumentation Entwurfssoftware, Evaluationsboards, Tutorials, Beispielprojekte |
| **Lehrmedien** |
| Rechnerarbeitsplatz mit Entwurfssoftware, Evaluationsboards, Oszilloskop, Logic Analyzer |
| **Literatur** |
| Navabi, Zainalabedin: “VHDL Analysis and Modeling of Digital Systems”, McGraw Hill 1993<br>XILINX Inc.: HighLevel-Synthesis: UG871 (v2016.1) April 6, 2016<br>XILINX Inc.: Vivado Design Suite User Guide: Synthesis: UG901 (v2016.1) April 1, 2015<br>XILINX Inc.: UltraFast Design Methodology Guide for the Vivado Design SuiteXILINX Inc.: Zynq-7000-Technical Reference Manual: ug585-Zynq-7000-TRM.pdf, 2017<br>L. H. Crockett, R. A. Elliot, M. A. Enderwitz and R. W. Stewart, The Zynq Book: Embedded Processing with the ARM Cortex-A9 on the Xilinx Zynq-7000 All Programmable SoC, First Edition, Strathclyde Academic Media, 2014. |
| **Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung** |
| Empfohlene Vorkenntnisse<br>Kenntnisse Vorlesung Digitalelektronik (Bachelor) |

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

| **Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)** | Modul-KzBez. oder Nr. |
|---|---|
| **Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Optimierung (Probability Calculation, Statistics and Optimization)** | 2 |

| Modulverantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Dr. Gabriela X-Tapken (LBA) | Informatik und Mathematik |

| Zuordnung zu weiteren Studiengängen |
|---|
| Elektromobilität und Energienetze |

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

Zugeordnete Teilmodule:

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

| Teilmodul | TM-Kurzbezeichnung |
|---|---|
| **Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Optimierung** | **WSO** |

| Verantwortliche/r | Fakultät |
|---|---|
| Dr. Gabriela X-Tapken (LBA) | Informatik und Mathematik |
| **Lehrende/r / Dozierende/r** | **Angebotsfrequenz** |
| Dr. Gabriela X-Tapken (LBA) | nur im Wintersemester |

| Lehrform |
|---|
| Seminaristischer Unterricht mit Übungen |

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

Zeitaufwand:

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

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

**Inhalte**

- Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung z.B. Kenngrößen, Verteilungen, bedingte Wahrscheinlichkeiten
- Beschreibende Statistik z.B. Kenngrößen, graphische Darstellungen
- Schließende Statistik z.B. Tests, Konfidenzbereiche, Regression
- Optimierung z.B. Methoden zur Optimierung von Graphen und Netzwerken, Gradientenverfahren

**Lernziele: Fachkompetenz**

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

- die Denkweise der Wahrscheinlichkeitstheorie zu verstehen (2)
- mit bedingten Wahrscheinlichkeiten umzugehen (2)
- statistische Daten für Fachexperten oder Laien verständlich aufzubereiten (1) und zu analysieren (3)
- einen Überblick über vorhandene Optimierungsverfahren verschiedener Bereiche zu geben (1) und ein zur Anwendung passendes Verfahren auszuwählen und anzuwenden (3)

| Lernziele: Persönliche Kompetenz |
|---|
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>• über abstrakte Sachverhalte zu kommunizieren. (2)<br>• zu wissen, welchen Genauigkeitsgrad an Information man gegenüber wem kommunizieren sollte. (1)<br>• die große und stärker werdende Bedeutung der Mathematik für die aktuellen technischen und gesellschaftlichen Herausforderungen zu erkennen. (1)<br>• durch ein tieferes Verständnis von Wahrscheinlichkeitstheorie/Statistik öffentliche Statistiken zu interpretieren und einzuordnen (2) |
| Angebotene Lehrunterlagen |
| Lückenskript, Übungsaufgaben und Lösungen, Literaturliste |
| Lehrmedien |
| Tafel, Overheadprojektor, Beamer |
| Literatur |
| • Büchter, A.; Henn, H.-W.: Elementare Stochastik, Springer<br>• Georgii, H.: Stochastik, De Gruyter Lehrbuch (2015)<br>• Henze, N. Stochastik für Einsteiger, Springer Spektrum (2018)<br>• Neumann, K, Morlock, M: Combinatorial Optimization, Hanser-Verlag (2002)<br>• Domschke, W., Drexl, A.: Eine Einführung in Operations Research, Springer (2011) |

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