

## **AMTLICHE MITTEILUNGEN**

**VERKÜNDUNGSBLATT DER UNIVERSITÄT PADERBORN AM.UNI.PB**

**AUSGABE 12.22 VOM 31. MÄRZ 2022**

---

## **BESONDERE BESTIMMUNGEN**

**FÜR DEN MASTERSTUDIENGANG ELECTRICAL SYSTEMS ENGINEERING DER  
FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK, INFORMATIK UND MATHEMATIK  
AN DER UNIVERSITÄT PADERBORN**

**VOM 31. MÄRZ 2022**

**Besondere Bestimmungen der Prüfungsordnung  
für den Masterstudiengang Electrical Systems Engineering  
an der Universität Paderborn**

**vom 31. März 2022**

Aufgrund des § 2 Abs. 4 und des § 64 Abs. 1 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz - HG) vom 16. September 2014 (GV.NRW. S. 547), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 25. November 2021 (GV. NRW. S. 1210a), hat die Universität Paderborn folgende Ordnung erlassen:

## **Inhaltsverzeichnis**

§ 31 Allgemeine und Besondere Bestimmungen .....	3
§ 32 Erwerb von Kompetenzen und Sprachenregelung .....	3
§ 33 Studienbeginn .....	4
§ 34 Zugangsvoraussetzungen .....	4
§ 35 Gliederung, Studieninhalte, Module .....	5
§ 36 Anerkennung von Leistungen.....	6
§ 37 Prüfungsausschuss und Prüfende .....	7
§ 38 Teilnahmevoraussetzungen, Meldung und Abmeldung .....	7
§ 39 Leistungen in Modulen .....	7
§ 40 Masterarbeit mündliche Abschlusspräsentation, weitere Abschlussleistungen .....	8
§ 41 Zusatzleistungen .....	8
§ 42 Gesamtnote.....	9
§ 43 Wiederholung von Prüfungsleistungen, Kompensation.....	9
§ 44 Übergangsbestimmungen .....	9
§ 45 Inkrafttreten und Veröffentlichung .....	10
Anhang.....	11
Anhang I: Beispiel-Studienpläne .....	11
Anhang II: Modulliste.....	13
Anhang III: Veranstaltungen im Bereich des Studium Generale .....	16
Anhang IV: Ziele-Matrix für den Master-Studiengang Electrical Systems Engineering .....	16
Anhang V: Modulbeschreibungen .....	18

## § 31

### Allgemeine und Besondere Bestimmungen

Diese Besonderen Bestimmungen gelten in Verbindung mit den Allgemeinen Bestimmungen der Prüfungsordnungen der Masterstudiengänge der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik an der Universität Paderborn in der jeweils geltenden Fassung (Allgemeine Bestimmungen). Für einen sachgerechten Aufbau des Studiums befinden sich im Anhang Studienverlaufspläne. Einzelheiten zu den Modulen können den Modulbeschreibungen im Anhang entnommen werden, die Teil dieser Besonderen Bestimmungen sind.

## § 32

### Erwerb von Kompetenzen und Sprachenregelung

- (1) Der Masterstudiengang Electrical Systems Engineering vertieft die in einem Bachelorstudiengang Elektrotechnik oder einem vergleichbaren Studiengang erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten und vermittelt eine wissenschaftlich fundierte Ausbildung mit einem besonderen Fokus auf die Entwicklung von elektrotechnischen Systemen. Er qualifiziert sowohl für verantwortliche Positionen als leitende Ingenieurin oder leitender Ingenieur in der Wirtschaft als auch für eine Promotion und damit für eine weitere wissenschaftliche Laufbahn im Bereich Elektrotechnik.
- (2) Die Absolventinnen und Absolventen erwerben innerhalb des Studiums insbesondere die folgenden Kompetenzen:
  - **Fachliche Kompetenzen:**  
 Mit Abschluss des Studiengangs haben die Absolventinnen und Absolventen ein fundiertes und vernetztes Wissen über Konzepte und Methoden in fundamentalen Bereichen der Elektrotechnik in hinreichender Breite erworben. Sie beherrschen einerseits auch anspruchsvolle Methoden sicher und zuverlässig, andererseits verfügen sie über ein vertieftes Verständnis elektrotechnischer Problemstellungen und praktischer Lösungskonzepte. Sie erwerben in einer der zwei Spezialisierungen
    1. Electronics & Devices
    2. Signal & Information Processing
 tiefgehende Kenntnisse, die den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung umfassen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, eigene Ergebnisse im Kontext alternativer Ansätze selbstkritisch zu hinterfragen, zu überprüfen und zu bewerten.
  - **Instrumentale und systemische Kompetenzen:**  
 Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, das von ihnen im Rahmen des Studiengangs erworbene Wissen auf eine Tätigkeit aus der betrieblichen Praxis anzuwenden und angemessene Problemlösungen selbstständig zu erarbeiten, zu argumentieren und weiterzuentwickeln. Dabei können sie die im Studiengang erworbenen Fähigkeiten, wie zum Beispiel analytisches Denken, kreatives, strukturiertes und systematisches Herangehen an komplexe Probleme und exakte Arbeitsweise, einbringen.  
 Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, relevante Informationen und Daten aus der Elektrotechnik zu sammeln, zu bewerten und zu interpretieren. Ihre Urteile zu diesen Sachverhalten können sie wissenschaftlich fundiert ableiten.

Aufgrund ihrer grundlegenden Ausbildung sind sie in der Lage, sich laufend selbständig neue Kenntnisse, Methoden und Anwendungsgebiete zu erschließen. Sie haben gelernt, Teams zu bilden und in diesen zu arbeiten, Aufgaben aufzuteilen und gegebenenfalls zu delegieren sowie Verantwortung zu übernehmen. Da sie ihr gesamtes Studium in einem internationalen Lehr- und Lernumfeld durchgeführt haben, haben sie interkulturelle Fähigkeiten erworben, die sie insbesondere für eine Tätigkeit in global operierenden Unternehmen qualifizieren.

- **Kommunikative Kompetenzen:**  
Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, sich gegenüber Entscheidungsträgern, anderen Fachleuten sowie Laien geeignet zu verhalten. Sie können sich auch bei schwierigen Sachverhalten unter Verwendung der korrekten fachlichen Begriffe und Bezeichnungen sowohl mündlich als auch schriftlich präzise und verständlich auszudrücken. Sie sind fähig, logisch stringente Argumentationsketten zu entwickeln und sich gegenüber Einwänden zu behaupten, aber auch konstruktive Kritik aufzunehmen.  
Umgekehrt können sie Beiträge anderer Fachleute verstehen, einordnen, deren Argumente nachvollziehen, ggf. Schwachstellen entdecken und Verbesserungsvorschläge formulieren.
- (3) Masterstudium und Masterprüfung finden in englischer Sprache statt. Die Sprache der Module sind in den Modulbeschreibungen ausgewiesen.

### **§ 33**

#### **Studienbeginn**

Das Studium kann zum Wintersemester oder zum Sommersemester aufgenommen werden.

### **§ 34**

#### **Zugangsvoraussetzungen**

- (1) Das Studium setzt in Umsetzung des § 5 der Allgemeinen Bestimmungen einen Studienabschluss voraus, der mindestens Studienanteile in den folgenden Bereichen und Umfängen beinhaltet:
- Höhere Mathematik – mindestens 24 LP
  - Signaltheorie – mindestens 4 LP
  - Systemtheorie – mindestens 4 LP
  - Feldtheorie – mindestens 5 LP
- (2) Der Studienabschluss muss mit einer Gesamtnote von mindestens 2,5 (oder einer äquivalenten ausländischen Abschlussnote) erfolgt sein.
- (3) Über die in § 5 der Allgemeinen Bestimmungen genannten Voraussetzungen hinaus, bestehen folgende weitere Zugangsvoraussetzungen: Die Studienbewerberin bzw. der Studienbewerber besitzt ausreichende englische Sprachkenntnisse. Die ausreichende Beherrschung der englischen Sprache ist wie folgt nachzuweisen:

- a. Bachelorabschluss im englischsprachigen Ausland<sup>1</sup> oder in einem als englischsprachig akkreditierten, inländischen Studiengang oder
  - b. Test of English as Foreign Language (TOEFL) "Internet-based" Test (iBT) mit einem Ergebnis von mindestens 87 Punkten oder
  - c. TOEFL "Paper-based" Test (PBT) mit einem Ergebnis von mindestens 585 Punkten oder
  - d. IELTS-Test mit einem Ergebnis von mindestens 6.0 oder
  - e. Cambridge English: First (FCE) oder
- durch im Niveau gleichwertige Tests. Abweichend von § 5 Abs. 1 Nr. 3 der Allgemeinen Bestimmungen ist der Nachweis ausreichender deutscher Sprachkenntnisse nicht erforderlich.
- (4) Eine ausländische Studienbewerberin bzw. ein ausländischer Studienbewerber, die bzw. der nicht durch oder aufgrund völkerrechtlicher Verträge Deutschen gleichgestellt ist, weist ihre bzw. seine Studierfähigkeit durch die Ergebnisse eines GRE Revised General Test nach. Erforderlich sind in der Regel mindestens 157 Punkte im Teil „Quantitative Reasoning“ und mindestens 4,0 Punkte im Teil „Analytical Writing“ des GRE Revised General Test. Bei einer sehr guten oder guten Abschlussnote des Abschlusses gemäß Nr. 2 ist der Nachweis des GRE Revised General Test nicht erforderlich. Studienbewerberinnen und Studienbewerber mit einer deutschen Hochschulzugangsberechtigung sind vom Nachweis der Studierfähigkeit ausgenommen.

## § 35

### Gliederung, Studieninhalte, Module

- (1) Die Masterprüfung wird in einer der beiden Spezialisierungen „Signal & Information Processing“ oder „Electronics & Devices“ abgelegt. Zum Beginn des ersten Semesters wählt die Kandidatin oder der Kandidat eine Spezialisierung.
- (2) Wenn die Kandidatin oder der Kandidat die Spezialisierung wechseln will, muss sie oder er einen schriftlichen Antrag an den Prüfungsausschuss richten. Bereits bestandene Prüfungsleistungen werden so weit möglich angerechnet.
- (3) Im Masterstudium sind folgende Module zu absolvieren:
  - a. Pflichtmodul Advanced System Theory aus der Modulgruppe Introduction to Electrical Systems Engineering mit 6 Leistungspunkten,
  - b. Pflichtmodul Modeling & Simulation aus der Modulgruppe Introduction to Electrical Systems Engineering mit 6 Leistungspunkten,
  - c. bei Wahl der Spezialisierung Signal & Information Processing:
    - i. Pflichtmodul Statistical Signal Processing aus der Modulgruppe Introduction to Electrical Systems Engineering mit 6 Leistungspunkten,
    - ii. Pflichtmodul Statistical Learning & Pattern Recognition aus der Modulgruppe Introduction to Electrical Systems Engineering mit 6 Leistungspunkten,

---

<sup>1</sup> Das sind im Rahmen dieser Ordnung Australien, Großbritannien, Irland, Kanada, Neuseeland und die Vereinigten Staaten von Amerika.

oder

bei Wahl der Spezialisierung Electronics & Devices:

- iii. Pflichtmodul Fields & Waves aus der Modulgruppe Introduction to Electronics & Devices mit 6 Leistungspunkten,
- iv. Pflichtmodul Circuit & System Design aus der Modulgruppe Introduction to Electronics & Devices mit 6 Leistungspunkten,
- d. Pflichtmodul Management of Technical Projects aus der Modulgruppe Management and Applikation mit 3 Leistungspunkten,
- e. Pflichtmodul Topics in Systems Engineering aus der Modulgruppe Management and Applikation mit 3 Leistungspunkten,
- f. 2 Wahlpflichtmodule aus der Modulgruppe Fundamentals of Electrical Systems Engineering mit jeweils 6 Leistungspunkten,
- g. bei Wahl der Spezialisierung Signal & Information Processing:  
2 Wahlpflichtmodule aus der Modulgruppe Signal & Information Processing,  
oder  
bei Wahl der Spezialisierung Electronics & Devices:  
2 Wahlpflichtmodule aus der Modulgruppe Electronics & Devices mit jeweils 6 Leistungspunkten,
- h. 2 Wahlpflichtmodule aus der Modulgruppe Electrical Systems Engineering mit jeweils 6 Leistungspunkten, soweit sie nicht für andere Module angerechnet werden,
- i. 1 Modul General Studies (Studium Generale) mit 6 Leistungspunkten:  
Lehrveranstaltungen nach § 35 Absatz 5,
- j. 1 Wahlpflichtmodul Projects mit 18 Leistungspunkten als eine ganzjährige Projektarbeit oder 2 Wahlpflichtmodule Projects mit 9 Leistungspunkten als zwei halbjährige Projektarbeiten,
- k. Modul Masterthesis (Masterarbeit) mit 30 Leistungspunkten.

(4) Auf Antrag kann der Prüfungsausschuss im Einzelfall eine Lehrveranstaltung eines Wahlpflichtmoduls für ein anderes Wahlpflichtmodul zulassen, wenn diese inhaltlich zum Themengebiet des Wahlpflichtmoduls passt.

(5) Im Masterstudium ist für das Studium Generale ein Umfang von 6 Leistungspunkten vorgesehen. Im Rahmen des Moduls sind Veranstaltungen aus dem Lehrangebot der Universität Paderborn zu wählen, das im Vorlesungsverzeichnis ausgewiesen ist. Die gewählten Veranstaltungen in diesem Modul sollen nicht aus dem Studiengang Electrical Systems Engineering stammen. Das Modul Studium Generale Studierenden mit nicht ausreichenden Deutschkenntnissen wird empfohlen, im Rahmen des Studiums Generale zwei Deutschkurse zu belegen.

## § 36

### Anerkennung von Leistungen

§ 8 Absatz 7 gilt nicht für den Masterstudiengang Electrical Systems Engineering.

## § 37

### Prüfungsausschuss und Prüfende

Es gelten die Regelungen der Allgemeinen Bestimmungen.

## § 38

### Teilnahmevoraussetzungen, Meldung und Abmeldung

- (1) Teilnahmevoraussetzungen für ein Modul gemäß § 7 Absatz 2 der Allgemeinen Bestimmungen regeln die Modulbeschreibungen.
- (2) Zur Masterarbeit kann nur zugelassen werden, wer mindestens 60 Leistungspunkten erreicht hat. Hierzu gehören die Pflichtmodule im Umfang von 24 LP:
  - a. Advanced System Theory und Modeling & Simulation
  - b. Fields & Waves und Circuit & System Design (Spezialisierung E&D)
  - c. Statistical Signal Processing und Statistical Learning & Pattern Recognition (Spezialisierung I&SP)Zudem kann zur Masterarbeit nur zugelassen werden, wer im Falle einer Einschreibung mit Auflagen gemäß § 5 der Allgemeinen Bestimmungen das Bestehen der zugehörigen Prüfungen nachgewiesen hat.
- (3) Weitere Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen gemäß § 12 Absatz 2 der Allgemeinen Bestimmungen, wie zum Beispiel etwaige Anwesenheitsobliegenheiten, werden in den Modulbeschreibungen geregelt.

## § 39

### Leistungen in Modulen

- (1) In den Modulen sind Prüfungsleistungen, Studienleistungen und qualifizierte Teilnahmen nach Maßgabe der Modulbeschreibungen zu erbringen.
- (2) Prüfungsleistungen werden gemäß § 15 der Allgemeinen Bestimmungen erbracht. Folgende andere Form ist insbesondere vorgesehen:

#### Projektarbeit

In einer *Projektarbeit* bearbeiten die Studierenden alleine oder in einer Gruppe ein vom Lehrenden vorgegebenes Thema. Weitere Bestandteile einer Projektarbeit sind in der Regel die Dokumentation und die Präsentation der Arbeit und ihrer Ergebnisse im Umfang von 30 bis 45 min.

- (3) Die Prüfungen finden in der Regel zweimal im Studienjahr statt.

## § 40

### **Masterarbeit Abschlusspräsentation, weitere Abschlussleistungen**

- (1) Der Masterarbeit soll einen Umfang von 120 DIN A4-Seiten nicht überschreiten. Die Bearbeitungszeit für die Masterarbeit beträgt sechs Monate.
- (2) Das Modul Masterarbeit besteht aus dem Arbeitsplan (qualifizierte Teilnahme, Arbeitsaufwand 150 Stunden, festgestellt durch die Erstprüferin bzw. den Erstprüfer) und der Masterarbeit einschließlich einer Zwischenpräsentation und einer Abschlusspräsentation (Arbeitsaufwand 750 Stunden).
- (3) Spätestens vier Wochen nach Bekanntgabe des Themas präsentiert die Kandidatin bzw. der Kandidat die Vorgehensweise und den Zeitplan für die Masterarbeit in einer Zwischenpräsentation (ca. 30-40 Minuten). Spätestens vier Wochen nach Abgabe der Masterarbeit müssen das Thema und die Ergebnisse der Masterarbeit in einer mündlichen Abschlusspräsentation (ca. 45-60 Minuten) oder einer schriftlichen Abschlusspräsentation (ca. 20 Seiten) vorgestellt werden. Die Form der Abschlusspräsentation wird der Kandidatin bzw. dem Kandidaten mit der Ausgabe des Themas (§17 Abs. 5 der Allgemeinen Bestimmungen) mitgeteilt. Die Zwischenpräsentation und die Abschlusspräsentation fließen als Teile der Masterarbeit in ihre Bewertung ein. Bei Bestellung einer dritten Prüferin bzw. eines dritten Prüfers gemäß § 18 Absatz 3 der Allgemeinen Bestimmungen, fließen die Zwischenpräsentation und die Abschlusspräsentation nicht in das Drittgutachten ein.
- (4) Abweichend von § 17 Absatz 7 der Allgemeinen Bestimmungen kann der Prüfungsausschuss ausnahmsweise im Einzelfall auf begründeten Antrag, der spätestens eine Woche vor Ablauf der Abgabefrist beim Prüfungsausschuss gestellt werden muss, die Bearbeitungszeit um bis zu sechs Wochen verlängern, wenn die Gründe hierfür mit dem Thema der Arbeit zusammenhängen und die bzw. der zuständige Betreuende dies befürwortet.
- (5) Die Masterarbeit wird abweichend von § 17 Abs. 9 der Allgemeinen Bestimmungen in englischer Sprache verfasst.

## § 41

### **Zusatzleistungen**

- (1) Studierende können Zusatzleistungen gemäß § 20 der Allgemeinen Bestimmungen in nicht teilnehmer-begrenzten Modulen des Studiengangs im Umfang von bis zu 24 LP erbringen. Unter diese Obergrenze fallen auch nicht bestandene Prüfungen.
- (2) Im Umfang von bis zu 12 LP ist auch ein Umbuchen zum Zwecke einer Kompensation nach § 43 Abs. 3 möglich. Unter die Obergrenze fallen auch nicht bestandene Prüfungen.



## § 42

### Gesamtnote

Das Prädikat „mit Auszeichnung bestanden“ wird vergeben, wenn die Note der Masterarbeit 1,0, der nach Leistungspunkten gewichtete Durchschnitt der Noten aus den Modulprüfungen mindestens 1,3 und keine der Modulnoten schlechter als „gut“ ist.

## § 43

### Wiederholung von Prüfungsleistungen, Kompensation

- (1) Die Anzahl der Prüfungsversuche gemäß § 22 Absatz 1 der Allgemeinen Bestimmungen ist auf drei begrenzt. Abweichen davon kann eine nicht bestandene Prüfung im Studium Generale wiederholt oder durch eine Prüfung zu einer anderen Veranstaltung ersetzt werden. Die Anzahl der Ersetzungsmöglichkeiten sowie die Anzahl der Wiederholungen im Studium Generale sind nicht beschränkt.
- (2) Abweichend von § 22 Absatz 2 der Allgemeinen Bestimmungen wird die letzte Wiederholung einer Prüfung in Klausurform als mündliche Prüfung von 30 bis 45 Minuten Dauer abgehalten. § 15 Absatz 1 Nr. 2 der Allgemeine Bestimmungen gilt entsprechend. Auf begründeten Antrag an den Prüfungsausschuss kann im Einzelfall die Ablegung als Klausur genehmigt werden.
- (3) Eine bestandene Modulprüfung in einem Wahlpflichtbereich, die als Zusatzleistung nach § 41 verbucht ist, kann auf Wunsch der Kandidatin bzw. des Kandidaten gegen eine bestandene oder eine noch nicht oder endgültig nicht bestandene Prüfung eines Moduls ausgetauscht werden (Kompensation). Möglich ist eine Kompensation in der gewählten Spezialisierung für ein Wahlpflichtmodul innerhalb der gewählten Spezialisierung und im restlichen Wahlpflichtbereiche für ein weiteres Modul.

## § 44

### Übergangsbestimmungen

- (1) Diese Besonderen Bestimmungen gelten für alle Studierenden, die ab dem Sommersemester 2022 erstmalig für den Masterstudiengang Electrical Systems Engineering der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik eingeschrieben werden.
- (2) Studierende, die bereits vor dem Sommersemester 2022 eingeschrieben worden sind, legen ihre Masterprüfung einschließlich Wiederholungsprüfungen nach der Prüfungsordnung in der Fassung vom 30. Oktober 2017 (AM.Uni.Pb. 107.17), geändert durch Satzung vom 12. November 2018 (AM.Uni.Pb. 56.18), ab. Auf Antrag beim Zentralen Prüfungssekretariat kann in diese Besonderen Bestimmungen gewechselt werden. Der Antrag ist unwiderruflich. Studierende, die nicht in diese Besonderen Bestimmungen wechseln, können ihre Masterprüfung einschließlich Wiederholungsprüfungen letztmalig im Sommersemester 2024 nach der Prüfungsordnung in der

Fassung vom 30. Oktober 2017 (AM.Uni.Pb. 107.17), geändert durch Satzung vom 12. November 2018 (AM.Uni.Pb. 56.18), ablegen. Danach wird die Masterprüfung einschließlich Wiederholungsprüfungen nach diesen Besonderen Bestimmungen abgelegt.

## § 45

### **Inkrafttreten und Veröffentlichung**

- (1) Diese Besonderen Bestimmungen treten am 01. April 2022 in Kraft. Gleichzeitig tritt die Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Electrical Systems Engineering vom 30. Oktober 2017 (AM.Uni.Pb. 107.17), geändert durch Satzung vom 12. November 2018 (AM.Uni.Pb. 56.18), außer Kraft. § 44 bleibt unberührt.
- (2) Diese Besonderen Bestimmungen werden in den Amtlichen Mitteilungen der Universität Paderborn (AM.Uni.Pb.) veröffentlicht.
- (3) Gemäß § 12 Absatz 5 HG kann nach Ablauf eines Jahres seit der Bekanntmachung dieser Ordnung gegen diese Ordnung die Verletzung von Verfahrens- oder Formvorschriften des Hochschulgesetzes oder des Ordnungs- oder des sonstigen autonomen Rechts der Hochschule nicht mehr geltend gemacht werden, es sei denn,
  1. die Ordnung ist nicht ordnungsgemäß bekannt gemacht worden,
  2. das Präsidium hat den Beschluss des die Ordnung beschließenden Gremiums vorher beanstandet,
  3. der Form- oder Verfahrensmangel ist gegenüber der Hochschule vorher gerügt und dabei die verletzte Rechtsvorschrift und die Tatsache bezeichnet worden, die den Mangel ergibt, oder
  4. bei der öffentlichen Bekanntmachung der Ordnung ist auf die Rechtsfolge des Rügeausschlusses nicht hingewiesen worden.

Ausgefertigt aufgrund des Beschlusses des Fakultätsrats der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik vom 07. März 2022 sowie nach Prüfung der Rechtmäßigkeit durch das Präsidium der Universität Paderborn vom 30. März 2022.

Paderborn, den 31. März 2022

Die Präsidentin  
der Universität Paderborn

Professorin Dr. Birgitt Riegraf





## Anhang II: Modulliste

Als Folge der Weiterentwicklung der Forschungs- und Lehrinhalte des Instituts *Elektrotechnik und Informationstechnik* können im Wahlpflichtbereich Module der nachfolgenden Liste in geringer Zahl entfallen oder durch Module, die fachlich zu dem gleichen Bereich gehören, in geringer Zahl ersetzt oder ergänzt werden. Die Änderungen werden im Modulhandbuch bekannt gegeben. Die Regelungen zu den Leistungen, zum Umfang sowie zu Teilnahmevoraussetzungen bleiben hiervon unberührt.

<b>Modulgruppe</b> Lehrveranstaltung (LV)	<b>LP Modul</b> SWS LV	<b>Anzahl und Form der Prüfungen</b>	<b>Bemerkung</b>
<b>Modulgruppe <i>Introduction to Electrical Systems Engineering</i></b>	<b>6</b>	2 mündliche Prüfungen, Klausuren oder Referate als Modulabschlussprüfungen	2 Pflichtmodule
Advanced System Theory Modeling & Simulation	2+2		
<b>Modulgruppe <i>Introduction to Electronics &amp; Devices</i></b>	<b>6</b>	2 mündliche Prüfungen, Klausuren oder Referate als Modulabschlussprüfungen	2 Pflichtmodule für Spezialisierung <i>Electronics &amp; Devices</i>
Circuit & System Design Fields & Waves	2+2		
<b>Modulgruppe <i>Introduction to Signal &amp; Information Processing</i></b>	<b>6</b>	2 mündliche Prüfungen, Klausuren oder Referate als Modulabschlussprüfungen	2 Pflichtmodule für Spezialisierung <i>Signal &amp; Information Processing</i>
Statistical Signal Processing Statistical Learning & Pattern Recognition	2+2		
<b>Modulgruppe <i>Fundamentals of Electrical Systems Engineering</i></b>	<b>6</b>	2 mündliche Prüfungen, Klausuren oder Referate als Modulabschlussprüfungen	Wahl von 2 Wahlpflichtmodulen
Advanced Control Introduction to Algorithms Digital Speech Signal Processing High-Frequency Engineering Mechatronics and Electrical Drives Software Engineering	2+2		
<b>Modulgruppe <i>Management and Application</i></b>	<b>3</b>	2 mündliche Prüfungen, Klausuren oder Referate als Modulabschlussprüfungen	2 Pflichtmodule
Management of Technical Projects Topics in Systems Engineering	2		
<b>Modulgruppe <i>Electronics &amp; Devices</i></b>	<b>6</b> 2+2	2 mündliche Prüfungen, Klausuren oder	2 Wahlpflichtmodule für Spezialisierung <i>Electronics &amp; Devices</i>

<b>Modulgruppe</b> Lehrveranstaltung (LV)	<b>LP Modul</b> SWS LV	<b>Anzahl und Form der Prüfungen</b>	<b>Bemerkung</b>
		Referate als Modulabschlussprüfungen	
<b>Modulgruppe <i>Signal &amp; Information Processing</i></b>	<b>6</b> 2+2	2 mündliche Prüfungen, Klausuren oder Referate als Modulabschlussprüfungen	2 Wahlpflichtmodule für Spezialisierung <i>Signal &amp; Information Processing</i>
<b>Modulgruppe <i>Electrical Systems Engineering</i></b>	<b>6</b> 2+2	2 mündliche Prüfungen, Klausuren oder Referate als Modulabschlussprüfungen	2 Wahlpflichtmodule
<b>Projektgruppe</b>	<b>18</b> 6	Projektarbeit	1 Wahlpflichtmodul 18 LP oder 2 Wahlpflichtmodule je 9 LP
<b>Abschlussarbeit</b>	<b>30</b>		Pflichtmodul; Voraussetzung für den Abschluss des Moduls und die Vergabe von Leistungspunkten ist der Nachweis der qualifizierten Teilnahme in Form eines Arbeitsplans.
<i>Arbeitsplan</i>			
<i>Masterarbeit</i>			

### **Modulgruppe *Signal & Information Processing***

- Advanced Control
- Advanced Topics in Robotics
- Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip
- Cognitive Systems Engineering - Special Topics
- Data Science for Physics and Engineering
- Digital Image Processing I
- Digital Image Processing II
- Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method
- Optical Waveguide Theory
- Optimal and Adaptive Filters
- Reinforcement Learning
- Robotics
- Topics in Audio, Speech, and Language Processing
- Topics in Pattern Recognition and Machine Learning
- Topics in Signal Processing
- Wireless Communications

**Modulgruppe *Electronics & Devices***

- Advanced VLSI Design
- Analog CMOS ICs
- Controlled AC Drives
- Energy Transition
- Fast Integrated Circuits for Wireline Communications
- High-Frequency Electronics
- Integrated Circuits for Wireless Communications
- Micro-Electromechanical Systems
- Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method
- Optical Communication A
- Optical Communication B
- Optical Communication C
- Optical Communication D
- Optical Waveguide Theory
- Power Electronics
- Processing of Semiconductors
- Radio Frequency Power Amplifiers
- Sensor Technology
- Solar Electric Energy Systems
- VLSI Testing

**Modulgruppe *Electrical Systems Engineering***

Wahlpflichtmodule aus

- Modulgruppe *Signal & Information Processing*
- Modulgruppe *Electronics & Devices*
- Pflichtmodulgruppen der jeweils anderen Spezialisierung

### Anhang III: Veranstaltungen im Bereich des Studium Generale

Im Rahmen des Moduls Studium Generale sind Veranstaltungen aus dem Lehrangebot der Universität Paderborn zu wählen, das im Vorlesungsverzeichnis ausgewiesen ist. Die gewählten Veranstaltungen in diesem Modul sollen nicht aus dem Studiengang Electrical Systems Engineering stammen. Studierenden mit nicht ausreichenden Deutschkenntnissen wird empfohlen, im Rahmen des Studium Generale zwei Deutschkurse zu belegen.

### Anhang IV: Ziele-Matrix für den Master-Studiengang Electrical Systems Engineering

Übergeordnete Studienziele	Befähigungsziele im Sinne von Lernergebnissen	Entsprechende Module
Fachwissenschaftliche Qualifikation	Die Absolventen und Absolventinnen haben vertieftes elektrotechnisches Wissen über das Niveau des Bachelor-Studiengangs hinaus, insbesondere in der fortgeschrittenen Systemtheorie. Sie sind zur vertieften mathematischen Beschreibung von elektrischen Systemen befähigt.	Pflichtmodul Advanced System Theory
	Sie verfügen über vertieftes Wissen in der Modellbildung und Simulation von technischen Systemen (diskrete Simulationen, numerische Methoden für gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen). Sie können Modellierungsprozesse beschreiben, analysieren und verarbeiten.	Pflichtmodul Modeling & Simulation
	Sie haben ihr methodisches Wissen vertieft und um neue inhaltliche Fragestellungen erweitert. Sie sind zur Modellierung, Analyse und zum methodischen Entwurf von Systemen entsprechend der gewählten Vertiefungsrichtungen befähigt.	Wahlpflichtmodule
	Sie können komplexe Aufgabenstellungen auf Basis fachspezifischen Wissens erkennen, formulieren und strukturieren, methodisch analysieren und lösen.	Wahlpflichtmodule Projektmodul Masterarbeit
	Sie können interdisziplinäres Wissen mit Verfahren und Werkzeugen der Ingenieurwissenschaft problembezogen anwenden und weiterentwickeln. Sie können technologische Anforderungen analysieren und wissenschaftliche Methoden weiterentwickeln.	Wahlpflichtmodule Projektmodul Masterarbeit
Berufsqualifikation	Sie haben – entsprechend der gewählten Spezialisierung sowie den persönlichen Neigungen und Fähigkeiten - vertieftes Wissen in spezifischen elektrotechnischen Teilgebieten erworben. Sie sind zur Analyse, Modellierung, Entwurf und Test	Wahlpflichtmodule



	von elektrischen Systemen entsprechend der gewählten Gebiete befähigt.	
	Soweit sie zu Studienbeginn über keine deutschen Sprachkenntnisse verfügten, haben sie inzwischen entsprechende Kenntnisse auf den Ebenen A2 bis B1 entsprechend des Gemeinsamer Europäischer Referenzrahmens für Sprache erworben. Alle anderen Studierenden haben erweiterte Kenntnisse im Schnittstellenbereich zwischen Elektrotechnik und angrenzenden Wissenschaften erworben. Sie können Problemstellungen im interdisziplinären Umfeld erkennen, formulieren und beschreiben.	Projektmodul General Studies
	Sie können erarbeitetes Fachwissen nach dem Stand der Technik auf eine konkrete Aufgabenstellung anwenden und sind auf den Eintritt in das betriebliche oder wissenschaftliche Arbeitsumfeld vorbereitet.	Projektmodul Masterarbeit
Persönlichkeits- bezogene Schlüsselqualifikationen	Sie können kleine Projekte organisieren und durchführen.	Projektmodul Masterarbeit
	Sie können sich selbständig in zukünftige Entwicklungen des Faches einarbeiten. Sie haben eine wissenschaftlich forschende Grundhaltung erworben, die sie zu lebenslangem Lernen befähigt.	Wahlpflichtmodule Projektmodul Masterarbeit
	Sie können Fachwissen pflegen und kommunizieren und Ideen und Konzepte klar, logisch und überzeugend in mündlicher und schriftlicher Form zielgruppengerecht darstellen.	Wahlpflichtmodule Projektmodul Masterarbeit
	Sie verstehen Teamprozesse und können Leistungen im Team erbringen.	Projektmodul
Befähigung zu gesellschaftlicher Verantwortung und Engagement	Sie können problemorientiert, interdisziplinär und ganzheitlich vernetzt denken und handeln	Studium Projektmodul Masterarbeit Generale
	Sie können die gesellschaftliche und ethische Bedeutung des Faches einordnen. Sie können fundierte Urteile ableiten, die gesellschaftliche und wissenschaftliche Erkenntnisse – insbesondere im Hinblick auf die Auswirkungen des technologischen Wandels – berücksichtigen.	Studium Projektmodul Masterarbeit Generale

### **Anhang V: Modulbeschreibungen**

Das Modulhandbuch findet sich im Anhang zu dieser Besonderen Bestimmung.

# UNIVERSITÄT PADERBORN

---

FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK, INFORMATIK UND MATHEMATIK

INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK

MODULHANDBUCH FÜR DEN  
Masterstudiengang Electrical Systems Engineering /  
Master's Program Electrical Systems Engineering  
(ESEMA v2)

STAND: 7. MÄRZ 2022

# Inhaltsverzeichnis

	<b>3</b>
<b>2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions</b>	<b>4</b>
2.1 Modulgruppe / Module Group: Introduction to Electrical Systems Engineering . . . . .	4
2.1.1 Advanced System Theory . . . . .	5
2.1.2 Modeling and Simulation . . . . .	8
2.2 Modulgruppe / Module Group: Management and Application . . . . .	11
2.2.1 Management of Technical Projects . . . . .	12
2.2.2 Topics in System Engineering . . . . .	17
2.3 Modulgruppe / Module Group: Fundamentals of Electrical Systems Engineering . . . . .	20
2.4 Spezialisierung / Specialization-Specific: Signal and Information Processing . . . . .	37
2.4.1 Modulgruppe / Module Group: Introduction to Signal and Information Processing .	37
2.4.2 Modulgruppe / Module Group: Signal and Information Processing . . . . .	45
2.5 Spezialisierung / Specialization-Specific: Electronics and Devices . . . . .	116
2.5.1 Modulgruppe / Module Group: Introduction to Electronics and Devices . . . . .	116
2.5.2 Modulgruppe / Module Group: Electronics and Devices . . . . .	125
2.6 Modulgruppe / Module Group: Electrical Systems Engineering . . . . .	210
2.7 Projekte / Projects . . . . .	211
2.8 Studium Generale / General Studies . . . . .	214
2.9 Masterarbeit / Master's Thesis . . . . .	216
<b>3 Übersicht des Modulangebotes im Wintersemester / Overview of the offered modules in winter term</b>	<b>221</b>
<b>4 Übersicht des Modulangebotes im Sommersemester / Overview of the offered modules in summer term</b>	<b>222</b>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

### 2.1 Modulgruppe / Module Group: Introduction to Electrical Systems Engineering

Die Module dieser Gruppe sind für alle MS-ESE-Studenten obligatorisch. / The modules of this group are compulsory to all MS-ESE students.

---

Module Gruppe/ Module Group	Introduction to Electrical Systems Engineering
Module / Modules	* Advanced System Theory * Modeling and Simulation
Lernziele / Teaching objectives	<p>Die Studierenden im Masterstudiengang ESE haben einen sehr heterogenen Bildungshintergrund. Diese beiden Module sollen ein gemeinsames Niveau für alle weiteren Module schaffen, die folgen werden. Das erste Modul vermittelt ein theoretisches und methodisches Verständnis von elektrischen Systemen. Heutzutage wird der Prozess der Entwicklung elektrischer Systeme durch verschiedene Modellierungs- und Simulationswerkzeuge unterstützt. Daher wird das zweite Modul einen Überblick über die zugrundeliegenden Prinzipien von Modellierungs- und Simulationstechniken geben und deren Vorteile, aber auch deren Grenzen diskutieren.</p> <p>The students in the Master's program ESE have a very heterogeneous educational background. These two modules should provide a common level for all other modul to come. The first module will provide a theoretical and methodological understanding of electrical systems. Nowadays, the process of developing electrical systems is assisted by various modeling and simulation tools. Therefore, the second module will give an overview of the underlying principles of modeling and simulation techniques and discuss their advantages as well as their limits.</p>

---

### 2.1.1 Advanced System Theory

Advanced System Theory						
Advanced System Theory						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>		<b>Turnus / Regular Cycle:</b>		
M.048.92001	180	6		Wintersemester winter term		
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>		<b>Sprache / Teaching Language:</b>		
	1.-3. Semester	1		en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92001 Advanced System Theory	2V 2Ü, WS	60	120	P	50
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92001 Advanced System Theory	2L 2Ex, WS	60	120	C	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced System Theory:</i> <b>Empfohlen:</b> Voraussetzung ist ein Grundverständnis von Differentialgleichungen, linearer Algebra und Laplace-Transformationen, wie sie in einem typischen Grundstudium der Systemtheorie behandelt werden.					

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p>None</p> <p><i>Prerequisites of course Advanced System Theory:</i></p> <p><b>Recommended:</b> Prerequisites are a basic understanding of differential equations, linear algebra, and Laplace transforms, as they are covered in a typical undergraduate course on system theory.</p>
4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced System Theory:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b> Aufbauend auf einem Grundkurs in Systemtheorie behandelt dieser Kurs das dynamische Verhalten linearer Systeme mit größerer mathematischer Sorgfalt. Der Kurs ist in erster Linie für Studierende der Ingenieurwissenschaften gedacht, kann aber auch für Studierende der Physik und anderer Naturwissenschaften nützlich sein.</p> <p><b>Inhalte</b> Systemmodelle und Differentialgleichungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsraum- und E/A-Beschreibungen</li> <li>• Beziehungen zwischen internen und externen Beschreibungen</li> <li>• Reaktion von Systemen mit kontinuierlicher und diskreter Zeit</li> <li>• Stabilität, Kontrollierbarkeit, Beobachtbarkeit</li> <li>• Zustandsraumrealisierungen von externen Beschreibungen</li> <li>• Rückgekoppelte Systeme</li> </ul> <p><i>Contents of the course Advanced System Theory:</i></p> <p><b>Short Description</b> Building on an undergraduate system theory course, this course studies the dynamical behavior of linear systems with greater mathematical rigor. The course is primarily intended to serve students in engineering, but it can also be useful to students in physics and other natural sciences.</p> <p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• System models and differential equations</li> <li>• State-space and I/O descriptions</li> <li>• Relations between internal and external descriptions</li> <li>• Response of continuous- and discrete-time systems</li> <li>• Stability, controllability, observability</li> <li>• State-space realizations of external descriptions</li> <li>• Feedback systems</li> </ul>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p>Nach dem Besuch dieser Veranstaltung sind die Studenten mit den wichtigsten Konzepten und Ergebnissen der linearen Systemtheorie vertraut. Studenten werden das Vertrauen entwickeln, mathematische Probleme in Analyse und Design lösen zu können. Dieser Kurs soll ihnen Intuition und Gespür für das dynamische Verhalten linearer Systeme vermitteln, auf das sie später zurückgreifen können. Dieser Kurs behandelt Material in ausreichender Breite, so dass Studenten ein klares Bild vom dynamischen Verhalten linearer Systeme, einschließlich ihrer Leistungsfähigkeit und Grenzen, bekommen. Dadurch können Studenten die Theorie in anderen Gebieten anwenden.</p>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p>After attending this course, students will be familiar with the most important concepts and results in linear system theory. Students will develop confidence in their ability to solve mathematical problems of analysis and design. Many of their timeless insights and intuitions about the dynamical behavior of systems will be drawn from this course. This course presents material broad enough so that students will have a clear understanding of the dynamical behavior of linear systems, including their power and limitations. This will allow students to apply the theory to other fields.</p>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>																
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Dr.-Ing. Oliver Wallscheid</p>																



## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced System Theory:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="https://en.ei.uni-paderborn.de/rat">https://en.ei.uni-paderborn.de/rat</a>  <b>Methodische Umsetzung</b>            Vorlesung mit Übung (teilweise mit Simulationen am Rechner) Panda-Kurs für Kommunikation und Organisation  <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>            Handouts und Tutoriumsfragen; Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben</p> <p><i>Remarks of course Advanced System Theory:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="https://en.ei.uni-paderborn.de/rat">https://en.ei.uni-paderborn.de/rat</a>  <b>Implementation</b>            Lectures and exercises (including some computer simulations) Panda course for communication and material distribution  <b>Teaching Material, Literature</b>            Handouts and tutorial questions; literature references will be given in the first lecture</p>
----	---

### 2.1.2 Modeling and Simulation

Modeling and Simulation						
Modeling and Simulation						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.90102	180	6	Wintersemester winter term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
	a) L.048.90102 Modeling and Simulation	2V 2Ü, WS	60	120	P	100

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.90102 Modeling and Simulation	2L 2Ex, WS	60	120	C	100
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b> Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b> Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Modeling and Simulation:</i> <b>Empfehlenswert:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorkenntnisse in der Programmierung in Matlab werden vorausgesetzt</li> <li>• Kenntnisse in Mathematik und Physik auf dem Niveau der Hochschulreife</li> </ul> None <i>Prerequisites of course Modeling and Simulation:</i> <b>Recommended:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prior knowledge of programming in Matlab will be required</li> <li>• Knowledge of mathematics and physics at the level of the university entrance qualification</li> </ul>					
4	<b>Inhalte / Contents:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Modeling and Simulation:</i> <b>Kurzbeschreibung</b> In dieser Vorlesung werden Techniken zur Konstruktion von Modellen und Simulationen technischer Systeme vorgestellt und umgesetzt. <b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in den Modellierungsprozess</li> <li>• Zahlendarstellung in Digitalrechnern</li> <li>• Numerische Schemata für gewöhnliche Differentialgleichungen</li> <li>• Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Diskrete Simulationen</li> </ul>					

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><i>Contents of the course Modeling and Simulation:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>In this lecture, techniques of constructing models and simulations of technical systems are introduced and implemented</p> <p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the modeling process</li> <li>• Number representation in digital computers</li> <li>• Numerical schemes for ordinary differential equations</li> <li>• Numerical methods for partial differential equations</li> <li>• Discrete simulations</li> </ul>																
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachliche Kompetenz</b></p> <p>Nach dem Besuch des Kurses sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierungsschemata und numerische Methoden einzuordnen und zu analysieren</li> <li>• numerische Methoden für technisch-physikalische Systeme zu identifizieren und anzuwenden</li> <li>• die erzielten Ergebnisse zu veranschaulichen und physikalisch zu bewerten</li> <li>• numerische Algorithmen zu erweitern, zu entwickeln und zu validieren</li> </ul> <p><b>Domain competence</b></p> <p>After attending the course, the students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• categorize and analyze modelling schemes and numerical methods</li> <li>• identify and apply numerical methods for technical-physical systems</li> <li>• illustrate and physically evaluate the obtained results</li> <li>• extend, develop and validate numerical algorithms</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine</p>																

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	none
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr. Jens Förstner</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Modeling and Simulation:</i>  <b>Kurs-Homepage</b>  <a href="http://tet.upb.de">http://tet.upb.de</a>  <b>Implementierung</b>          Die theoretischen Konzepte werden in Form von Vorlesungen vermittelt. Die Übungen bestehen aus einfachen Diskussionsfragen sowie klassischen mathematischen Problemen, die von den Studierenden selbstständig gelöst werden sollen. Darüber hinaus werden die Studierenden für ausgewählte Themen selbst geschriebene sowie kommerzielle Software einsetzen.</p> <p><i>Remarks of course Modeling and Simulation:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://tet.upb.de">http://tet.upb.de</a>  <b>Implementation</b>          The theoretical concepts are taught in lecture form. The exercises consist of simple questions to be discussed as well as classical mathematical problems which are to be solved by the students in self-contained manner. Further, the students will use self-written as well as commercial software for selected topics.</p>

## 2.2 Modulgruppe / Module Group: Management and Application

Zwei Pflichtmodule für alle MS-ESE Studierende. / Two compulsory modules for all MS-ESE students.

---

Modulgruppe / Module Group	Introduction to Electrical Systems Engineering
----------------------------	--

---

Module / Modules	* Management of Technical Projects
------------------	------------------------------------

	* Topics in System Engineering
--	--------------------------------

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Modulgruppe / Module Group	Introduction to Electrical Systems Engineering
Lernziele / Teaching objectives	<p>Im ersten Modul erwerben die Studierenden Soft Skills für das Management technischer Projekte (z.B. Anforderungsanalyse, Spezifikation, Terminplanung, Planung und Entwurf, Überwachung und Steuerung, Kommunikation in Teams, Kommunikation mit Kunden). Das zweite Modul wird als Projektseminar organisiert, das abwechselnd von verschiedenen Forschungsgruppen des Instituts EIM-E angeboten wird. Die Studierenden werden mit laufenden Projekten vertraut gemacht. Ziel ist es, das Projektmanagement an Beispielen aus der Praxis zu demonstrieren.</p> <p>In the first module students will acquire soft skills on how to manage technical projects (e.g. requirement analysis, specification, scheduling, planning &amp; designing, monitoring &amp; controlling, communication in teams, communication with customers). The second module is organized as a project seminar offered alternately by different research groups of the institute EIM-E. The students will be familiarized with ongoing projects. The aim is to demonstrate project management in real world examples.</p>

### 2.2.1 Management of Technical Projects

Management of Technical Projects			
Management of Technical Projects			
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>
M.048.90103	60	3	Wintersemester winter term
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>
	1.-3. Semester	1	en

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a)	L.048.90103 Management of Technical Projects	2V, WS	30	30	P	100
		<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact-time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
	a)	L.048.90103 Management of Technical Projects	2L, WS	30	30	C	100
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>						
	Keine None						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Management of Technical Projects:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Management of Technical Projects:</i> None						

4

**Inhalte / Contents:**

*Inhalte der Lehrveranstaltung Management of Technical Projects:*

**Kurzbeschreibung**

In dieser Lehrveranstaltung eignen sich die Studierenden Fähigkeiten an, um technische Projekte managen zu können. Sie lernen z.B. eine Risikoanalyse durchzuführen, Arbeitspakete zu formulieren, Aktivitäten und deren Abläufe zu planen, Ressourcen zu planen sowie welche Tätigkeiten im Rahmen der Projektfortschrittsüberwachung durchzuführen sind. Sogenannte Soft Skills wie Kommunikation in Teams und mit Kunden sind ebenfalls Gegenstand der Veranstaltung.

**Inhalte**

Grundlagen - Das Projekt und sein Umfeld:

- Projektarten
- Stakeholder-Analyse
- Projektorganisation
- Erfolgsfaktoren

Operatives Projektmanagement:

- Projektziele
- Vorgehensmodelle (klassisch, agil, hybrid)
- Projektstrukturierung
- Aufgabensteuerung
- Kosten- und Ressourcenplanung
- Konfigurations- und Änderungsmanagement
- Qualitätsmanagement
- Controlling
- Projektabschluss und Lessons Learned

Der Mensch im Projekt ("Softe" Faktoren)

- Teambuilding und Führung
- Kommunikation in Teams
- Problem- und Konfliktmanagement

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><i>Contents of the course Management of Technical Projects:</i></p> <p><b>Short Description</b>                  In this course students will acquire key skills how to manage technical projects (e.g., risk analysis, work package specification, activity scheduling, resource planning, monitoring &amp; controlling, communication in teams, communication with customers).</p> <p><b>Contents</b>                  Foundations - The Project and its Environment:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Types of Projects</li> <li>• Stakeholder Analysis</li> <li>• Project Organization</li> <li>• Project Success Factors</li> </ul> <p>Operative Project Management (Hard Factors):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Project Objectives</li> <li>• Process Models (traditional, agile, hybrid)</li> <li>• Project Structuring</li> <li>• Task Scheduling</li> <li>• Cost and Resource Planning</li> <li>• Configuration and Change Management</li> <li>• Quality Management</li> <li>• Controlling</li> <li>• Project Completion and Lessons Learned</li> </ul> <p>Humans in Projects (Soft Factors)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Team Building and Leadership</li> <li>• Communication in Teams</li> <li>• Problem and Conflict Resolution</li> </ul>										
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Domänenkompetenz</b>                  Die Teilnehmenden sind in der Lage, die Grundlagen des technischen Projektmanagements zu beschreiben.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen</b>                  Die Teilnehmenden sind in der Lage, die Aspekte der Kommunikation in Teams zu beschreiben und kennen Techniken, um Probleme und Konflikte zu lösen.</p> <p><b>Domain competence</b>                  The participants are able to describe and use the fundamentals of technical project management.</p> <p><b>Key qualifications</b>                  The participants are able to describe the aspects of communication in teams and make use of techniques to solve problems and conflicts.</p>										
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)                      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)                      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)             </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td style="text-align: center;">90-150 min oder 20-30 min oder 30-60 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>			zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	90-150 min oder 20-30 min oder 30-60 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote								
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	90-150 min oder 20-30 min oder 30-60 min	100%								



## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)			
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade
a)	Written or Oral Examination or Presentation	90-150 min or 20-30 min or 30-60 min	100%
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Dr. Stephan Flake		
13	<b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Management of Technical Projects:</i> <b>Durchführung</b> Die Teilnehmenden können die theoretischen und methodischen Grundlagen aus der Veranstaltung für ein eigenes Projekt zu einem selbst gewählten Thema nutzen. Im Verlauf der Veranstaltung und abhängig von der Gesamtzahl der teilnehmenden Studierenden können Ergebnisse der Projektarbeiten in Kurzvorträgen mit anschließender Diskussions- und Feedbackrunde vorgestellt werden. <b>Lehrmaterial, Literatur</b> Alle Präsentationen und zusätzliches Material (Vorlagen, Beispiele) werden zum Selbststudium zum Download bereitgestellt. Im Internet sind verschiedene Listen zur Projektmanagement-Literatur verfügbar, z.B. <a href="http://www.ipcert.com/new/certification-evaluation/recommended-literature">http://www.ipcert.com/new/certification-evaluation/recommended-literature</a> oder <a href="https://www.vzpm.ch/fileadmin/dokumente/downloads/English/VZPM_IPMA_Literaturliste.pdf">https://www.vzpm.ch/fileadmin/dokumente/downloads/English/VZPM_IPMA_Literaturliste.pdf</a> (zuletzt geprüft am 04.08.2021). Weitere Literaturhinweise werden während der Veranstaltung gegeben.		

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<p><i>Remarks of course Management of Technical Projects:</i></p> <p><b>Implementation</b></p> <p>The participants can use the theoretical and methodical foundations from the lecture for an own project work about a selected topic. In some of the later lectures and depending on the overall number of students taking the course, the participants can present the results of their project work in a short presentation, followed by a discussion with the other participants and a feedback round.</p> <p><b>Teaching Material, Literature</b></p> <p>Lecture notes and additional material for self-study will be provided.</p> <p>There are various good reference lists available online, e.g., <a href="http://www.ipcert.com/new/certification-evaluation/recommended-literature">http://www.ipcert.com/new/certification-evaluation/recommended-literature</a> OR <a href="https://www.vzpm.ch/fileadmin/dokumente/downloads/English/VZPM_IPMA_Literaturliste.pdf">https://www.vzpm.ch/fileadmin/dokumente/downloads/English/VZPM_IPMA_Literaturliste.pdf</a> (last checked on 04 Aug 2021). Further hints will be given during the course.</p>
---

### 2.2.2 Topics in System Engineering

Topics in Systems Engineering						
Topics in Sytems Engineering						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>		<b>Turnus / Regular Cycle:</b>		
M.048.90104	90	3		Sommer- / Wintersemester summer- / winter term		
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>		<b>Sprache / Teaching Language:</b>		
	3. Semester	1		en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
	a) L.048.62xxx Topics in Systems Enginee- ring	2PS, WS+SS	60	30	P	25
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
	a) L.048.62xxx Topics in Systems Enginee- ring	2PS, WS+SS	60	30	C	25
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	1 aus n					

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	1 of n
3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b></p> <p>Keine</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Topics in Systems Engineering:</i></p> <p>Keine</p> <p>None</p> <p><i>Prerequisites of course Topics in Systems Engineering:</i></p> <p>None</p>
4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Topics in Systems Engineering:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Das Projektseminar wird abwechselnd von verschiedenen Forschungsgruppen des Instituts EIM-E organisiert. Die Studenten werden mit laufenden Projekten vertraut gemacht. Ziel ist es, das Projektmanagement an Beispielen aus der Praxis zu demonstrieren.</p> <p><b>Inhalte</b></p> <p>Wechselnd</p> <p><i>Contents of the course Topics in Systems Engineering:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>The project seminar is organized alternatingly by different research groups of the institute EIM-E. The students will be familiarized with on-going projects. The aim is to demonstrate project management in real world examples.</p> <p><b>Contents</b></p> <p>Varying</p>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wissenschaftlich zu forschen und wissenschaftliche Ergebnisse zu präsentieren,</li> <li>• selbstständig Erkenntnisse und Wissen zu erarbeiten und kritisch zu reflektieren.</li> </ul> <p>Durch die Vertiefung der Lehrinhalte des Masterstudiums werden die Studierenden mit Forschungsfragen und -methodik sowie dem Projektmanagement der elektrischen Systemtechnik konfrontiert.</p> <p><b>Fachübergreifenden Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage technische Präsentationen zu gestalten und</li> <li>• sind mit grundlegenden Präsentationstechniken vertraut.</li> </ul>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Domain competence:</b> The students are</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• able to do scientific research and to present scientific findings,</li> <li>• to accumulate findings and knowledge autonomously and to reflect them in a critical manner.</li> </ul> <p>By intensifying the course contents of the master's program the students are confronted with research questions and methodology as well as project management of Electrical System Engineering.</p> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to design technical presentation and</li> <li>• are familiar with basic presentation techniques.</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)              <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)              <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)       </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)              <input type="checkbox"/> Module exam (MP)              <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)       </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>90-150 min or 20-30 min or 30-60 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	90-150 min or 20-30 min or 30-60 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	90-150 min or 20-30 min or 30-60 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																

11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Dr.-Ing. Carsten Balewski
13	<b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Topics in Systems Engineering:</i> Wechselnde Dozenten <b>Methodische Umsetzung</b> Studentische Vorträge <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Wird im Seminar angegeben  <i>Remarks of course Topics in Systems Engineering:</i> Changing Lecturers <b>Implementation</b> Talks by the students <b>Teaching Material, Literature</b> Will be announced in the course.

## 2.3 Modulgruppe / Module Group: Fundamentals of Electrical Systems Engineering

Diese Wahlpflichtmodule sollen Wissenslücken der Studierenden schließen. Sie wählen zwei aus einer Liste von sechs Modulen aus. / These compulsory elective modules are meant to close gaps in the knowledge of students. They choose two from a list of six modules.

Modulgruppe / Module Group	Fundamentals of Electrical Systems Engineering
Module Modules	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Advanced Control</li> <li>* Digital Speech Signal Processing</li> <li>* High Frequency Engineering</li> <li>* Introduction to Algorithms</li> </ul>
Lernziele / Teaching objectives	Da Studierende mit ganz unterschiedlichem Hintergrund in diesen Masterstudiengang einsteigen können, ist es notwendig, ihren Wissenshintergrund zu harmonisieren. Für einen Studenten mit einem Bachelor-Abschluss in Elektrotechnik kann es z.B. notwendig sein, Wissenslücken im Bereich Software Engineering zu schließen, während Studenten mit einem Abschluss in Computer Engineering vielleicht ein Modul in Mechatronik & Elektrische Antriebe besuchen sollten. Die Studierenden werden beraten, welche zwei Module sie aus der folgenden Liste wählen sollen.

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Modulgruppe / Module Group

Fundamentals of Electrical Systems Engineering

As students with quite different backgrounds may enter this Master's program it is necessary to harmonize their knowledge background. For a student with a Bachelor degree in Electrical Engineering it may be e.g. necessary to fill up knowledge gaps in the field of Software Engineering, while students with a Computer Engineering degree should perhaps attend a module in Mechatronics & Electrical Drives. Students will be advised on which two modules out of the following list to choose from.

Advanced Control						
Advanced Control						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>		<b>Turnus / Regular Cycle:</b>		
M.048.92037	180	6		Sommersemester summer term		
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>		<b>Sprache / Teaching Language:</b>		
	1.-3. Semester	1		en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92037 Advanced Control	2V 2Ü, WS+SS	60	120	P	50
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92037 Advanced Control	2L 2Ex, WS+SS	60	120	C	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b></p> <p>Keine</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced Control :</i></p> <p><b>Empfohlen:</b> Systemtheorie und Regelungstechnik auf Bachelor-Niveau</p> <p>None</p> <p><i>Prerequisites of course Advanced Control :</i></p> <p><b>Recommended:</b> Undergraduate-level systems theory and automatic control</p>
4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced Control :</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Dieser Kurs baut auf den Grundkursen zur Systemtheorie und zur Regelungstechnik auf und konzentriert sich auf den Entwurf von zeitdiskreten Regelungssystemen unter Verwendung von Übertragungsfunktionen und Zustandsraummethoden für Systeme mit mehreren Ein- und Ausgängen. Der Kurs richtet sich in erster Linie an Studierende der Ingenieurwissenschaften, kann aber auch für Studierende der Physik und anderer Naturwissenschaften nützlich sein.</p> <p><b>Inhalte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskretisierung von dynamischen Systemen</li> <li>• Multivariable PI-Regelung</li> <li>• Aktuatorbeschränkungen und Anti-Windup-Mechanismus</li> <li>• Optimale lineare quadratische Schätzung</li> <li>• Optimale lineare quadratische Regelung</li> <li>• Grundlagen der modellprädiktiven Steuerung für beschränkte Systeme</li> </ul> <p><i>Contents of the course Advanced Control :</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>This course builds on undergraduate-level systems theory and automatic control courses and focuses on the design of discrete-time control systems, using transfer function and state-space methods. The course is primarily intended to serve engineering students, but can also be useful to students in physics and other natural sciences.</p> <p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discretization of dynamical systems</li> <li>• Multivariable PI control</li> <li>• Actuator constraints and anti-windup mechanism</li> <li>• Optimal linear quadratic estimation</li> <li>• Optimal linear quadratic control</li> <li>• Basics of model predictive control for constrained systems</li> </ul>

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das dynamische Verhalten von rückgekoppelten Systemen zu analysieren</li> <li>• geeignete Regeleinrichtungen zu entwerfen</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die erworbenen Kenntnisse disziplinübergreifend einsetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse und Synthese einsetzen und</li> <li>• sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden</li> </ul> <p><b>Domain competence:</b> After attending this course, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• study the dynamics of feedback systems</li> <li>• design appropriate control systems</li> <li>• utilize engineering software tools to realize and test control designs</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> Students learn</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to use systematic analysis and synthesis methods that can be used in a variety of disciplines, both in engineering and natural sciences</li> <li>• precise methods based on abstractions that can be used to further independent learning</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1330 1422 1541"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1608 1422 1816"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Type of examination</th> <th>Duration or scope</th> <th>Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine</p>																



2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	none
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Dr.-Ing. Oliver Wallscheid</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced Control :</i>  <b>Kurshomepage</b>  <a href="https://en.ei.uni-paderborn.de/rat">https://en.ei.uni-paderborn.de/rat</a>  <b>Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit Tafelanschrieb und Folien</li> <li>• Tutorien mit Stift/Papier-Übungen und computergestützten Programmieraufgaben</li> <li>• Panda-Kurs zur Kommunikation und Materialverteilung</li> <li>• Lehrmaterial, Literatur</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>          Buch- und allgemeine Literaturempfehlungen werden während der aktiven Kurszeit gegeben.</p> <p><i>Remarks of course Advanced Control :</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="https://en.ei.uni-paderborn.de/rat">https://en.ei.uni-paderborn.de/rat</a>  <b>Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectures using blackboard and slides</li> <li>• Tutorials with pen/paper exercises and computer-based programming tasks</li> <li>• Panda course for communication and material distribution</li> </ul> <p><b>Teaching Material, Literature</b>          Book and general literature recommendations will be made during the active course time.</p>

**Digital Speech Signal Processing**

Digital Speech Signal Processing

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.92041	180	6	Sommersemester summer term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92041 Digital Speech Signal Proces- sing	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92041 Digital Speech Signal Proces- sing	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Digital Speech Signal Processing:</i> <b>Empfohlen:</b> Vorkenntnisse aus dem Modul Höhere Mathematik. None <i>Prerequisites of course Digital Speech Signal Processing:</i> <b>Recommended:</b> Prior knowledge from the module Higher Mathematics.					

4

**Inhalte / Contents:**

*Inhalte der Lehrveranstaltung Digital Speech Signal Processing:*

**Kurzbeschreibung**

Die Veranstaltung führt in die grundlegenden Techniken und Theorien zur digitalen Sprachsignalverarbeitung ein. Schwerpunkt des ersten Teils der Vorlesung liegt im Themengebiet „Hören und Sprechen“, welches sich mit psychologischen Effekten der Geräuschwahrnehmung und der Spracherzeugung beschäftigt. Anschließend werden zeitdiskrete Signale und Systeme, sowie deren rechnergestützte Verarbeitung besprochen. Die nichtparametrische Kurzzeitanalyse von Sprachsignalen, die Sprachcodierung und die IP-Telefonie sind weitere Themen.

**Inhalt**

- Sprechen und Hören
- Spracherzeugung: menschliche Sprechorgane, Lautklassen, Quelle-Filter-Modell, Vocoder
- Grundlagen Schallwellen
- Hören: menschliches Hörorgan, Psychoakustik und Physiologie des Hörens, Lautheit, Verdeckung, Frequenzgruppen
- Zeitdiskrete Signale und Systeme
- Grundlagen: Elementare Signale, LTI-Systeme
- Transformationen: Fouriertransformation zeitdiskreter Signale, DFT, FFT
- Realisierung zeitdiskreter Filterung im Frequenzbereich: Overlap-Add, Overlap-Save
- Statistische Sprachsignalanalyse
- Grundlagen Wahrscheinlichkeitsrechnung
- Kurzzeitanalyse von Sprachsignalen: Spektrogramm, Cepstrum
- Schätzung von Sprachsignalen
- Optimale Filterung
- LPC-Analyse
- Spektrale Filterung zur Rauschunterdrückung
- Adaptive Filterung: LMS Adaptionsalgorithmus, Echokompensation
- Sprachcodierung
- Signalformcodierung, parametrische Codierung, hybride Codiervverfahren
- Codierung im Frequenzbereich
- Amplitudenquantisierung: gleichförmige Quantisierung, Quantisierung mit Kompondierung (ulaw, alaw)

*Contents of the course Digital Speech Signal Processing:*

**Short Description**

The course introduces the basic techniques and theories of digital speech signal processing. A focal point of the first part of the lecture is the topic "Listening and Speaking", which is concerned with psychological effects of human sound perception and speech production. Subsequently, time discrete signals and systems, as well as computer based data processing are discussed. Further topics are non-parametric short-time analysis of speech signals, speech coding and IP-phones.

**Contents**

- Listen and talk o Generating voice: human vocal tract, source filter model, vocoder o Acoustic waves o Listen: human ear, psycho acoustics and physiology of listening, loudness, acoustic occlusion, frequency groups
- Time-discrete signals and systems o Basics: Elementary signals, LTI systems o Transformations: Fourier transformation of time-discrete signals, DFT, FFT o Time-discrete filtering in frequency domain: Overlap-Add, overlap-Save
- Statistical speech signal analysis o Basics in theory of probabilities o Short-run analysis of speech signals: Spectrogram, cepstrum
- Estimation of speech signals o Optimal filters o LPC analysis o Spectral filtering for noise suppression: spectral subtraction, Wiener filter o Adaptive Filters: LMS adaptation algorithm, echo compensation
- Speech coding o Time domain coding: signal shape coding, parametric coding, hybride coding tech-niques o Frequency domain coding o Amplitude quantization: uniform quantization, quantization with companders (ulaw, alaw)

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

**Fachkompetenz:**

Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,

- Digitale Signale, speziell Audiosignale, im Zeit- und Frequenzbereich zu analysieren,
- Sprachsignale effizient zu repräsentieren und
- Weit verbreitete Algorithmen zur Sprachsignalanalyse und Verarbeitung im Frequenz- oder Zeitbereich zu implementieren.

**Fachübergreifende Kompetenzen:**

Die Studierenden

- können Effekte in echten Signalen durch theoretisches Wissen erklären,
- können theoretische Ansätze durch systematische Betrachtung untersuchen und
- sind durch die fundierte Betrachtung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Domain competence:</b> After attending the course, the students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analyze digital signals, e.g., audio signals, in the time or frequency domain,</li> <li>• represent audio signals efficiently and</li> <li>• implement widely-used algorithms for speech analysis and speech processing in the frequency or time domain.</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to explain effects in real signals based on the theoretical knowledge,</li> <li>• are able to investigate theoretical approaches by a systematic analysis and</li> <li>• are, due to the precise treatment of the contents, in a position to continue their learning themselves</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)              <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)              <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">zu</th> <th style="width: 55%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)              <input type="checkbox"/> Module exam (MP)              <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">zu</th> <th style="width: 55%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 20%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Dr.-Ing. Jörg Schmalenströer</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Digital Speech Signal Processing:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://ei.uni-paderborn.de/nt/lehre/veranstaltungen/digitale-sprachsignalverarbeitung/">http://ei.uni-paderborn.de/nt/lehre/veranstaltungen/digitale-sprachsignalverarbeitung/</a></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit Tafelinsatz und Präsentationen,</li> <li>• Abwechselnde theoretische und praktische Präsenzübungen mit Übungsblättern und Rechnern und</li> <li>• Demonstrationen von echten Systemen in der Vorlesung</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher; Matlab Skripte</p> <p><i>Remarks of course Digital Speech Signal Processing:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://nt.upb.de/index.php?id=dssv">http://nt.upb.de/index.php?id=dssv</a></p> <p><b>Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectures using the blackboard and presentations,</li> <li>• Alternating theoretical and practical exercise classes with exercise sheets and computer and</li> <li>• Demonstration of real technical systems in the lecture hall.</li> </ul> <p><b>Teaching Material, Literature</b> Allocation of a script; information on textbooks ; matlab scripts</p>

High Frequency Engineering			
High Frequency Engineering			
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>
M.048.92002	180	6	Wintersemester winter term
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>
	1.-3. Semester	1	en

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a)	L.048.92002 High Frequency Engineering	2V 2Ü, WS	60	120	WP	50
		<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact-time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
	a)	L.048.92002 High Frequency Engineering	2L 2Ex, WS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>						
	Keine None						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung High Frequency Engineering:</i> Keine None <i>Prerequisites of course High Frequency Engineering:</i> None						
4	<b>Inhalte / Contents:</b>						
	<i>Inhalte der Lehrveranstaltung High Frequency Engineering:</i> <b>Kurzbeschreibung</b> Diese Vorlesung vermittelt anwendungsorientierte Kenntnisse in der Hochfrequenztechnik. Ferner werden Kenntnisse über aktive und passive Hochfrequenzschaltungen vermittelt. <b>Inhalt</b> Die Veranstaltung Hochfrequenztechnik (4 SWS, 6 Leistungspunkte) erweitert das in der Veranstaltung Theoretische Elektrotechnik erworbene Wissen um weitere anwendungsrelevante Anteile. Ziel ist es, die Hörer für Entwicklungsarbeiten z.B. im hochfrequenten Teil eines Mobiltelefons zu befähigen. Gesichtspunkte der Hochfrequenztechnik sind aber auch schon in gängigen Digital-schaltungen zu berücksichtigen. Die Schwerpunkte der Veranstaltung sind passive Baugruppen, Hochfrequenzeigenschaften der Transistorgrundschaltungen, lineare und nichtlineare Verstärker, rauschende Mehrpole, Mischer, Oszillatoren, Synchronisation und Phasenregelschleife.						

	<p><i>Contents of the course High Frequency Engineering:</i></p> <p><b>Short Description</b> This lecture gives application-oriented knowledge in high frequency engineering. Furthermore, it gives knowledge in active and passive high-frequency circuits.</p> <p><b>Contents</b> The lecture High-Frequency Engineering (4 SWS, 6 ECTS credit points) extends the content of the lecture Theoretische Elektrotechnik by further application-relevant knowledge. The aim is to qualify the students for development tasks for example in the radio frequency part of a mobile telephone. But considerations of high-frequency engineering are also needed in prevalent digital circuits. The emphases of the lecture are passive devices, high-frequency properties of fundamental transistor circuits, linear and nonlinear amplifiers, noisy multiports, mixers, oscillators, injection-locking and phase-locked loop.</p>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachliche Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, im behandelten Umfang die Funktionsweise von Komponenten, Schaltungen und Systemen der Hochfrequenztechnik zu verstehen, diese zu modellieren und anzuwenden.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und</li> <li>• sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden</li> </ul> <p><b>Professional Competence</b> After attending the course, the students will be able, in the taught extent, to understand the function of components, circuits and systems of high-frequency engineering, to model and to apply them.</p> <p><b>(Soft) Skills</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to apply the knowledge and skills to a wide range of disciplines,</li> <li>• are able to make use of a methodical procedure when undertaking systematic analysis and</li> <li>• are, due to the abstract and precise treatment of the contents, in a position to continue and develop their learning themselves</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1570 1422 1720"> <thead> <tr> <th data-bbox="277 1570 363 1668">zu</th> <th data-bbox="363 1570 975 1668">Prüfungsform</th> <th data-bbox="975 1570 1198 1668">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1198 1570 1422 1668">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="277 1668 363 1720">a)</td> <td data-bbox="363 1668 975 1720"></td> <td data-bbox="975 1668 1198 1720"></td> <td data-bbox="1198 1668 1422 1720">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)			100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)			100%						



## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)	<input type="checkbox"/> Module exam (MP)	<input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)
zu	<b>Type of examination</b>	<b>Duration or scope</b>	<b>Weighting for the module grade</b>
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr. Reinhold Noé		
13	<b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung High Frequency Engineering:</i> <b>Lehrveranstaltungsseite</b> <a href="http://ont.upb.de">http://ont.upb.de</a> <b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung und Übung <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thiede, A.: Skriptum Hochfrequenzelektronik/High-Frequency Electronics, Universität Paderborn</li> <li>• Sze, S. M.: High Speed Semiconductor Devices, John Wiley &amp; Sons, 1990</li> <li>• Herbst, L. J.: Integrated Circuit Engineering, Oxford University Press, 1996</li> <li>• Yip, P. C. L.: High-Frequency Circuit Design and Measurement, Chapman &amp; Hall, 1996</li> <li>• Gonzalez, G.: Microwave Transistor Amplifiers, Prentice Hall, 1997</li> <li>• Hoffmann, M.: Hochfrequenztechnik, Springer, 1997</li> </ul>		

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<p><i>Remarks of course High Frequency Engineering:</i></p> <p><b>Course Homepage</b>  <a href="http://ont.upb.de">http://ont.upb.de</a></p> <p><b>Implementation</b>  Lecture and exercise</p> <p><b>Teaching Material, Literature</b>  Scripts, exercise sheets and advanced literature (excerpt):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thiede, A.: Skriptum Hochfrequenzelektronik/High-Frequency Electronics, Universität Paderborn</li> <li>• Sze, S. M.: High Speed Semiconductor Devices, John Wiley &amp; Sons, 1990</li> <li>• Herbst, L. J.: Integrated Circuit Engineering, Oxford University Press, 1996</li> <li>• Yip, P. C. L.: High-Frequency Circuit Design and Measurement, Chapman &amp; Hall, 1996</li> <li>• Gonzalez, G.: Microwave Transistor Amplifiers, Prentice Hall, 1997</li> <li>• Hoffmann, M.: Hochfrequenztechnik, Springer, 1997</li> </ul>
--

Introduction to Algorithms						
Introduction to Algorithms						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.90501	180	6	Wintersemester winter term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-2. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
	a) L.048.90501 Introduction to Algorithms	2V 2Ü, WS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
	a) L.048.90501 Introduction to Algorithms	2L 2Ex, WS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine					

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	None
3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b></p> <p>Keine</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Introduction to Algorithms:</i>  <b>Empfohlen:</b> Mathematische Grundlagen (z.B. asymptotisches Verhalten von Funktionen, Wahrscheinlichkeiten)</p> <p>None</p> <p><i>Prerequisites of course Introduction to Algorithms:</i>  <b>Recommended:</b> Mathematical basics (e.g. asymptotic behavior of functions, probabilities)</p>
4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Introduction to Algorithms:</i>  <b>Kurzbeschreibung</b>  Der Kurs gibt eine Einführung in Entwurf und Analyse von Algorithmen.</p> <p><b>Inhalt</b>  Sortieralgorithmen, Grundlegende Datenstrukturen, Graphen und Graphenalgorithmen, Entwurf und Analyse von Algorithmen (Problemkomplexität, Laufzeit und Speicherplatzkomplexität von Algorithmen, exakte und heuristische Lösungen, probabilistische Ansätze)</p> <p><i>Contents of the course Introduction to Algorithms:</i>  <b>Short Description</b>  The course gives an introduction into the design and analysis of algorithms.</p> <p><b>Contents</b>  Sorting algorithms, basic data structures, graphs and graph algorithms, design and analysis of algorithms (problem complexity, run time and storage complexity of algorithms, exact vs. heuristic solutions, probabilistic approaches)</p>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b>  Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen zu beschreiben und zu erklären,</li> <li>• die behandelten Verfahren selbständig auf neue Beispiele anzuwenden,</li> <li>• die gefundenen Lösungen bezüglich Laufzeit zu analysieren und zu bewerten,</li> <li>• die entwickelten Algorithmen zu in einer modernen objektorientierten Programmiersprache zu implementieren.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b>  Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die trainierten Problemlösungsstrategien disziplinübergreifend einsetzen</li> <li>• Lösungen im Team erarbeiten und umsetzen</li> <li>• die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen.</li> </ul>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Domain competence:</b> After attending the course, the students will be able</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to describe and explain basic algorithms and data structures,</li> <li>• to apply them to new problems,</li> <li>• to analyze and evaluate the developed solutions with respect to run time,</li> <li>• to implement the developed algorithms in a modern object oriented programming language.</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to apply the practiced strategies for problem solving across varying disciplines,</li> <li>• have experience in developing solutions and implementing them together in cooperation with their fellow students,</li> <li>• know how to improve their competences by private study.</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)              <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)              <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)              <input type="checkbox"/> Module exam (MP)              <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																

11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr. Sybille Hellebrand</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Introduction to Algorithms:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://www.date.uni-paderborn.de">http://www.date.uni-paderborn.de</a>  <b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Übung (teilweise am Rechner)</li> <li>• Programmierprojekt</li> <li>• Lecture combined with lab course (partly with hands-on programming exercises)</li> <li>• Programming project</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms. 2nd Edition, MIT Press, 2002.</li> <li>• E. Horowitz, B. Sahni, B. Rajabkaran: Computer Algorithms – C++, 2nd Edition, Computer Science Press, 1998</li> <li>• V. Aho, J. E. Hopcroft, and J. Ullman, Data Structures and Algorithms. 1st Edition Addison-Wesley, 1983</li> <li>• R. Sedgwick: Algorithms in C++, Addison-Wesley, 2001.</li> <li>• M. R. Garey and D. S. Johnson: Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness, W. H. Freeman &amp; Co Ltd., 1979</li> <li>• Kopien der Vorlesungsfolien</li> </ul> <p><i>Remarks of course Introduction to Algorithms:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://www.date.uni-paderborn.de">http://www.date.uni-paderborn.de</a>  <b>Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture combined with lab course (partly with hands-on programming exercises)</li> <li>• Programming project</li> </ul> <p><b>Teaching Material, Literature</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms. 2nd Edition, MIT Press, 2002.</li> <li>• E. Horowitz, B. Sahni, B. Rajabkaran: Computer Algorithms – C++, 2nd Edition, Computer Science Press, 1998</li> <li>• V. Aho, J. E. Hopcroft, and J. Ullman, Data Structures and Algorithms. 1st Edition Addison-Wesley, 1983</li> <li>• R. Sedgwick: Algorithms in C++, Addison-Wesley, 2001.</li> <li>• M. R. Garey and D. S. Johnson: Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness, W. H. Freeman &amp; Co Ltd., 1979</li> <li>• Handouts of Lecture Slides</li> </ul>

## 2.4 Spezialisierung / Specialization-Specific: Signal and Information Processing

### 2.4.1 Modulgruppe / Module Group: Introduction to Signal and Information Processing

Die Module dieser Gruppe sind Pflichtmodule für alle MS-ESE-Studierenden, die die Spezialisierung Signal and Information Processing (S&IP) wählen. / The modules of this group are compulsory to all MS-ESE students choosing the specialization Signal and Information Processing (S&IP).

Modulgruppe / Module Group	Introduction to Signal and Information Processing
Module / Modules	* Statistical Signal Processing * Statistical and Machine Learning
Lernziele / Teaching objectives	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über die Anwendung statistischer Methoden auf Signale und verstehen die Paradigmen des Lernens und der Klassifizierung.  The students will acquire fundamental knowledge on how to apply statistical methods to signals and understand the paradigms of learning paradigms and classification.

Statistical and Machine Learning						
Statistical and Machine Learning						
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:			
M.048.92005	180	6	Sommersemester summer term			
	Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):	Sprache / Teaching Language:			
	1.-3. Semester	1	en			
1	Modulstruktur / Module structure:					
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
a)	L.048.92005 Statistical and Machine Learning	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92005 Statistical and Machine Learning	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b> Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b> Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Statistical and Machine Learning:</i> <b>Empfohlen:</b> Vorkenntnisse aus der Lehrveranstaltung Verarbeitung statistischer Signale. Wünschenswert sind auch Programmierkenntnisse. None <i>Prerequisites of course Statistical and Machine Learning:</i> <b>Recommended:</b> Elementary knowledge in Statistics, as is taught in the course Statistical Signal Processing. Programming skills are desirable					
4	<b>Inhalte / Contents:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Statistical and Machine Learning:</i> <b>Kurzbeschreibung</b> Die Veranstaltung "Statistical and Machine Learning" vermittelt einen Einblick in die Komponenten und Algorithmen von statistischen und maschinellen Lernverfahren. Es werden verschiedenste Ansätze vorgestellt, wie Charakteristika aus Daten entweder überwacht oder unüberwacht gelernt werden können und wie unbekannte Muster erkannt werden. Die vorgestellten Techniken können auf vielfältige Klassifikations- und Regressionsprobleme angewendet werden, sei es für eindimensionale Signale (z.B. Sprache), zweidimensionale (z.B. Bilder) oder symbolische Daten (z.B. Texte, Dokumente). <b>Inhalt</b> <i>Einführung in Klassifikationsverfahren, Bayes'sche und andere Entscheidungsregeln, Optimierungsverfahren: Gradientenabstieg, algorithmisches Differenzieren, Optimierung mit Randbedingung Lineare Klassifikatoren: Perzeptron, Support Vector Machines Tiefe Neuronale Netze Dimensionsreduktionsverfahren (PCA, LDA) Unüberwachte Lernverfahren (Mischungsverteilungen, Clusterverfahren)</i>					

*Contents of the course Statistical and Machine Learning:*

**Short Description**

The course on Statistical and Machine Learning presents an introduction into the components and algorithms prevalent in statistical and machine learning. Modern techniques will be presented for gleaning information from data. Both supervised and unsupervised learning algorithms will be discussed. The presented techniques can be applied to a variety of classification and regression problems, both for one-dimensional input data (e.g., speech), two-dimensional (e.g., image) or symbolic input data (e.g., documents).

**Contents**

- Introduction to classification problems, Bayesian and other decision rules
- Optimization: gradient descent, algorithmic differentiation, optimization with constraints
- Linear classifiers, Support Vector Machines
- Deep neural networks (deep learning)
- Dimensionality reduction (PCA, LDA)
- Unsupervised learning (mixture densities, clustering techniques)

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

**Fachkompetenz:**

Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,

- Für ein vorgegebenes Klassifikations- oder Regressionsproblem eine geeignete Lösungsmethode auszuwählen
- Methoden des überwachten und unüberwachten Lernens auf neue Problemstellungen anzuwenden und die Ergebnisse des Lernens kritisch zu bewerten
- Haben ein grundlegendes Verständnis von maschinellen Lernverfahren
- Können Programmbibliotheken zur Realisierung von Klassifikatoren (z.B. neuronale Netze, Support Vector Machines) sinnvoll anwenden und eigene Programme schreiben
- können für eine vorgegebene Trainingsdatenmenge einen sinnvolle Wahl für die Dimension des Merkmalsvektors und die Komplexität des Klassifikators zu treffen.

**Fachübergreifende Kompetenzen:**

Die Studierenden

- Haben Fertigkeiten in Python erworben, die sie auch außerhalb dieser Anwendungsdomäne einsetzen können
- Haben ein Verständnis für das Prinzip der Parsimomität und können es auf andere Fragestellungen übertragen
- Können ein vorgegebenes Klassifikations- oder Regressionsproblem analysieren, eine Lösung synthetisieren und sie anschließend an Testdaten evaluieren
- Können die in diesem Kurse gewonnenen Kenntnisse und Fertigkeiten auf andere Disziplinen übertragen
- Können in einer Gruppe umfangreichere Aufgabenstellungen gemeinsam analysieren, in Teilaufgaben zerlegen und lösungsorientiert bearbeiten
- Können die Leistungsfähigkeit, aber auch die Grenzen von maschinellen Lernverfahren bewerten



## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<b>Domain competence:</b>	<p>After completion of the course students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Find an appropriate approach to solving a given classification or regression problem</li> <li>• Apply supervised or unsupervised learning techniques to data of various kinds and critically assess the outcome of the learning algorithms</li> <li>• Can appreciate the power and limitations of machine learning algorithms</li> <li>• Work with software for solving machine learning problems and write own software components, apply them to given data sets and optimize parameter settings</li> <li>• Find, for a given training set size, an appropriate choice of classifier complexity und feature vector dimensionality</li> </ul>										
	<b>Key qualifications:</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Have gathered sufficient proficiency in Python, which is valuable well beyond this course</li> <li>• Can assess the importance of the principle of parsimony and are able to transfer it to other</li> <li>• Are able to analyse a given classification or regression problem, synthesize a solution, and evaluate the performance on test data</li> <li>• Are able to apply the knowledge and skills learnt in this course to a wide range of disciplines</li> <li>• Can work cooperatively in a team and subdivide an overall task into manageable subtasks and work packages</li> <li>• Acquired a general understanding of the power and limitations of machine learning algorithms</li> </ul>										
6	<b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)										
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td style="text-align: center;">120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>			zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote									
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%									
		<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)										
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td style="text-align: center;">120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>			zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade									
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%									
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b>	<p>keine none</p>										
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b>	<p>Keine None</p>										

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Statistical and Machine Learning:</i></p> <p><b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="https://ei.uni-paderborn.de/nt/lehre/veranstaltungen/statistische-und-maschinelle-lernverfahren">https://ei.uni-paderborn.de/nt/lehre/veranstaltungen/statistische-und-maschinelle-lernverfahren</a></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b>  <i>Vorlesungen mit überwiegendem Tafeleinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation</i> Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner *Praktische Übungen mit Python, in denen Studierende eigenständig Trainings- und Testdaten generieren, Lösungswege erarbeiten und Lernverfahren oder Klassifikatoren implementieren, testen, sowie Ergebnisse auswerten</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>          Bereitstellung eines ausführlichen Skripts und stichwortartiger Zusammenfassungsfolien für jede Vorlesung. Lösungen der Übungsaufgaben und Beispielimplementierungen von Algorithmen werden zur Verfügung gestellt.  <i>R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork, Pattern Classification, Wiley, 2001</i> I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016 S. Theodoridis: Machine Learning, Academic Press, 2015 K. Fukunaga, Introduction to Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1990</p>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

*Remarks of course Statistical and Machine Learning:*

### Course Homepage

<http://nt.uni-paderborn.de/en/teaching/statistical-methods-for-learning-and-pattern-recognition>

### Implementation

- Lectures predominantly using the blackboard or overhead projector, occasional presentations of (powerpoint) slides ,
- Exercise classes with exercise sheets and demonstrations on computer
- Implementation of learning and classification algorithms on a computer by the students themselves; use of algorithms on real-world data or data generated on the computer, evaluation of the simulation results

### Teaching Material, Literature

Course script and summary slides are provided to the students. Exercises and solutions to exercises, as well as sample implementations of algorithms are provided to the students

- R.O. Duda, P.E. Hart, D.G.~ Stork, Pattern Classification, Wiley, 2001
- I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016
- S. Theodoridis: Machine Learning, Academic Press, 2015
- K. Fukunaga, Introduction to Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1990

Statistical Signal Processing						
Statistical Signal Processing						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.92004	180	6	Wintersemester winter term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92004 Statistical Signal Processing	2V 2Ü, WS	60	120	P	100

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92004 Statistical Signal Processing	2L 2Ex, WS	60	120	C	100
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b> Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b> Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Statistical Signal Processing:</i> <b>Empfohlen:</b> Grundvorlesungen der Signaltheorie und Wahrscheinlichkeitsrechnung None <i>Prerequisites of course Statistical Signal Processing:</i> <b>Recommended:</b> Undergraduate courses in signal processing and probability					
4	<b>Inhalte / Contents:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Statistical Signal Processing:</i> <b>Kurzbeschreibung</b> Unter "Statistical signal processing" versteht man die Techniken, die Ingenieure und Statistiker benutzen, um unvollständige und fehlerbehaftete Messungen auszuwerten. Diese Veranstaltung beschäftigt sich mit einer Auswahl von Themen aus den wesentlichen Bereichen Detektion, Schätztheorie und Zeitreihenanalyse. <b>Inhalt</b> Mögliche Themen dieser Veranstaltung sind Korrelationsanalyse, LMMSE Schätzer, Güteabschätzungen von Parameterschätzfunktionen, Neyman-Pearson Detektoren, im weiteren Sinne stationäre Zeitreihen, nichtstationäre Zeitreihen, periodisch stationäre Zeitreihen und komplexwertige Zufallssignale. <i>Contents of the course Statistical Signal Processing:</i> <b>Short Description</b> Statistical signal processing comprises the techniques that engineers and statisticians use to draw inference from imperfect and incomplete measurements. This course covers a selection of topics from the major domains of detection, estimation, and time series analysis. <b>Contents</b> Topics that may be covered in this course include correlation analysis, linear minimum mean-squared error estimation, performance bounds for parameter estimation, Neyman-Pearson detectors, wide-sense stationary, nonstationary and cyclostationary time series, and complex-valued random signals.					
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b> Nach dem Besuch dieser Veranstaltung werden Studenten mit den Grundprinzipien der statistischen Signalverarbeitung vertraut sein. Sie verstehen, wie man Techniken der statistischen Signalverarbeitung in der Elektrotechnik einsetzen kann und sie können diese auf relevante Gebiete (wie z.B. in der Nachrichtentechnik) anwenden. Studenten werden das Vertrauen entwickeln, mathematische Probleme in Analyse und Design lösen zu können. Die in dieser Veranstaltung gelernten Prinzipien können auf andere Gebiete angewandt werden.					

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p>After attending this course, students will be familiar with the basic principles of statistical signal processing. They will understand how to apply statistical signal processing techniques to relevant fields in electrical engineering (such as communications). Students will develop confidence in their ability to solve mathematical problems of analysis and design. They will be able to apply the principles they have learnt in this course to other areas.</p>																		
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>			zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote																
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%																
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade																
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%																
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none</p>																		
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None</p>																		
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																		
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																		
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>																		
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr. Peter Schreier</p>																		

13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Statistical Signal Processing:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://sst.upb.de/teaching">http://sst.upb.de/teaching</a>  <b>Methodische Umsetzung</b>          Vorlesung mit Übung  <b>Teaching Material, Literature</b>          Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben.</p> <p><i>Remarks of course Statistical Signal Processing:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://sst.upb.de/teaching">http://sst.upb.de/teaching</a>  <b>Implementation</b>          Lectures and tutorials  <b>Teaching Material, Literature</b>          Literature references are given in the first lecture.</p>
----	---

## 2.4.2 Modulgruppe / Module Group: Signal and Information Processing

Die Modulgruppe enthält ein breites Angebot an Modulen, aus denen die Studierenden zwei Module wählen können. / The module group contains a wide selection of modules from which the students can choose two modules.

Modulgruppe / Module Group	Signal and Information Processing
Module / Modules	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Advanced Control</li> <li>* Advanced Topics In Robotics</li> <li>* Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip</li> <li>* Cognitive Systems Engineering</li> <li>* Data Science for Physics and Engineering</li> <li>* Digital Image Processing I</li> <li>* Digital Image Processing II</li> <li>* Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method</li> <li>* Optical Waveguide Theory</li> <li>* Optimal and Adaptive Filters</li> <li>* Reinforcement Learning</li> <li>* Robotics</li> <li>* Topics in Audio, Speech, and Language Processing</li> </ul>

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Modulgruppe / Module Group	Signal and Information Processing
Lernziele / Teaching objectives	<p>* Topics in Pattern Recognition and Machine Learning</p> <p>* Topics in Signal Processing</p> <p>* Wireless Communications</p> <p>Die Studierenden wählen zwei Module entsprechend ihren Interessen in der gewählten Spezialisierung, um Fachwissen in bestimmten Themen zu erwerben.</p> <p>The students select two modules according to their interests in the chosen specialization to acquire expertise in certain topics.</p>

Advanced Control						
Advanced Control						
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92037	180	6		Sommersemester summer term		
Studiensemester / Semester number:		Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):		Sprache / Teaching Language:		
1.-3. Semester		1		en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
a)	L.048.92037 Advanced Control	2V 2Ü, WS+SS	60	120	P	50
	Course	form of teachin	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92037 Advanced Control	2L 2Ex, WS+SS	60	120	C	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b></p> <p>Keine</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced Control :</i></p> <p><b>Empfohlen:</b> Systemtheorie und Regelungstechnik auf Bachelor-Niveau</p> <p>None</p> <p><i>Prerequisites of course Advanced Control :</i></p> <p><b>Recommended:</b> Undergraduate-level systems theory and automatic control</p>
4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced Control :</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Dieser Kurs baut auf den Grundkursen zur Systemtheorie und zur Regelungstechnik auf und konzentriert sich auf den Entwurf von zeitdiskreten Regelungssystemen unter Verwendung von Übertragungsfunktionen und Zustandsraummethoden für Systeme mit mehreren Ein- und Ausgängen. Der Kurs richtet sich in erster Linie an Studierende der Ingenieurwissenschaften, kann aber auch für Studierende der Physik und anderer Naturwissenschaften nützlich sein.</p> <p><b>Inhalte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskretisierung von dynamischen Systemen</li> <li>• Multivariable PI-Regelung</li> <li>• Aktuatorbeschränkungen und Anti-Windup-Mechanismus</li> <li>• Optimale lineare quadratische Schätzung</li> <li>• Optimale lineare quadratische Regelung</li> <li>• Grundlagen der modellprädiktiven Steuerung für beschränkte Systeme</li> </ul> <p><i>Contents of the course Advanced Control :</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>This course builds on undergraduate-level systems theory and automatic control courses and focuses on the design of discrete-time control systems, using transfer function and state-space methods. The course is primarily intended to serve engineering students, but can also be useful to students in physics and other natural sciences.</p> <p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discretization of dynamical systems</li> <li>• Multivariable PI control</li> <li>• Actuator constraints and anti-windup mechanism</li> <li>• Optimal linear quadratic estimation</li> <li>• Optimal linear quadratic control</li> <li>• Basics of model predictive control for constrained systems</li> </ul>



5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das dynamische Verhalten von rückgekoppelten Systemen zu analysieren</li> <li>• geeignete Regeleinrichtungen zu entwerfen</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die erworbenen Kenntnisse disziplinübergreifend einsetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse und Synthese einsetzen und</li> <li>• sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden</li> </ul> <p><b>Domain competence:</b> After attending this course, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• study the dynamics of feedback systems</li> <li>• design appropriate control systems</li> <li>• utilize engineering software tools to realize and test control designs</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> Students learn</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to use systematic analysis and synthesis methods that can be used in a variety of disciplines, both in engineering and natural sciences</li> <li>• precise methods based on abstractions that can be used to further independent learning</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1330 1422 1541"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1608 1422 1816"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Type of examination</th> <th>Duration or scope</th> <th>Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine</p>																

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	none
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Dr.-Ing. Oliver Wallscheid</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced Control :</i>  <b>Kurshomepage</b>  <a href="https://en.ei.uni-paderborn.de/rat">https://en.ei.uni-paderborn.de/rat</a>  <b>Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit Tafelanschrieb und Folien</li> <li>• Tutorien mit Stift/Papier-Übungen und computergestützten Programmieraufgaben</li> <li>• Panda-Kurs zur Kommunikation und Materialverteilung</li> <li>• Lehrmaterial, Literatur</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>          Buch- und allgemeine Literaturempfehlungen werden während der aktiven Kurszeit gegeben.</p> <p><i>Remarks of course Advanced Control :</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="https://en.ei.uni-paderborn.de/rat">https://en.ei.uni-paderborn.de/rat</a>  <b>Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectures using blackboard and slides</li> <li>• Tutorials with pen/paper exercises and computer-based programming tasks</li> <li>• Panda course for communication and material distribution</li> </ul> <p><b>Teaching Material, Literature</b>          Book and general literature recommendations will be made during the active course time.</p>

### Advanced Topics in Robotics

Advanced Topics in Robotics

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.92006	180	6	Wintersemester winter term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92006 Advanced Topics in Robotics	2V 2Ü, WS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92006 Advanced Topics in Robotics	2L 2Ex, WS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced Topics in Robotics:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Advanced Topics in Robotics:</i> None					

4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced Topics in Robotics:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Die Veranstaltung Advanced Topics in Robotics baut auf dem Kurs Robotics auf. Sie führt die teilnehmenden Studierenden an aktuelle Forschungsfragen im Bereich autonomer und teleoperierter mobiler Roboter zur Lösung interdisziplinärer Probleme heran. Die Herausforderungen für die Entwicklung intelligenter mobiler Systeme werden analysiert und aktuelle Lösungen vorgestellt.</p> <p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Architekturen für Robotersysteme</li> <li>• Middleware für Hardwareabstraktion</li> <li>• Gerätetreiber und Bibliotheken</li> <li>• Visualisierung</li> <li>• lokale Navigationsverfahren (Kollisionsvermeidung)</li> <li>• globale Navigationsverfahren (Wegfindung)</li> <li>• Methoden zur Navigation und Selbstlokalisierung (SLAM)</li> <li>• Grundlagen der Handlungsplanung</li> <li>• Ausblick zu Multi-Agenten-Systemen</li> </ul> <p><i>Contents of the course Advanced Topics in Robotics:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>The course Advanced Topics in Robotics is based on the course Robotics. The students are introduced to current research topics in the field of autonomous and teleoperated mobile robots to solve interdisciplinary issues. The challenges encountered in developing intelligent mobile systems are analyzed and current solutions presented.</p> <p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Architectures of robot systems</li> <li>• Middleware for hardware abstraction</li> <li>• Device drivers and libraries</li> <li>• Visualization</li> <li>• Local navigation processes (collision avoidance)</li> <li>• Global navigation processes (pathfinding)</li> <li>• Navigation and self-localization methods (SLAM)</li> <li>• Fundamentals of task planning</li> </ul>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die grundlegenden Architekturen für mobile Roboter benennen und ihre Eigenschaften analysieren,</li> <li>• beherrschen die grundlegenden Methoden für die Navigation und Regelung von mobilen Robotern und</li> <li>• können diese selbstständig implementieren, testen und anwenden.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Programmierung in C.</p>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Domain competence:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to name and analyze the basic robot architectures for mobile robots,</li> <li>• have a good command of the methods for the navigation and control of mobile robots and</li> <li>• are able to implement, test and apply them.</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students have a good command of programming in the C language</p>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>																

12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr. Bärbel Mertsching</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced Topics in Robotics:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/atir">http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/atir</a>  <b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die theoretischen und methodischen Grundlagen werden zunächst im Rahmen einer Vorlesung eingeführt.</li> <li>• Eine Einübung der präsentierten Methoden erfolgt danach im Übungsteil.</li> <li>• Abschließend werden einfache Algorithmen von den TeilnehmerInnen implementiert, getestet und angewendet.</li> <li>• Im Praktikumsteil werden die notwendigen Programmierkenntnisse vermittelt, er ist aber ausdrücklich nicht als Programmierkurs gedacht.</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>          Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung werden noch bekannt gegeben.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mertsching, Bärbel: Robotics (lecture notes)</li> <li>• McKerrow, Phillip J.: Introduction to Robotics. Addison-Wesley, 1991</li> <li>• Siegart, Roland; Nourbakhsh, Illah R. and Scaramuzza, David: Introduction to Autonomous Mobile Robots. The MIT Press, 2011, ISBN-13: 978-0262015356</li> </ul> <p><i>Remarks of course Advanced Topics in Robotics:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/atir">http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/atir</a>  <b>Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The theoretical and methodical fundamentals will be introduced during the lecture.</li> <li>• The methods presented will be practiced during the subsequent exercise / lab part.</li> <li>• Finally, the participants will implement, test, and apply simple algorithms.</li> <li>• The necessary programming skills will be taught during the practical, this is explicitly not considered a programming course.</li> </ul> <p><b>Teaching Material, Literature</b>          Allocation of lecture notes; information on textbooks stocked in the textbook collection will be announced later.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mertsching, Bärbel: Robotics (lecture notes)</li> <li>• McKerrow, Phillip J.: Introduction to Robotics. Addison-Wesley, 1991</li> <li>• Siegart, Roland; Nourbakhsh, Illah R. and Scaramuzza, David: Introduction to Autonomous Mobile Robots. The MIT Press, 2011, ISBN-13: 978-0262015356</li> </ul>

**Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip**

Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>		<b>Turnus / Regular Cycle:</b>		
M.048.92007	180	6		Sommer- / Wintersemester summer- / winter term		
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>		<b>Sprache / Teaching Language:</b>		
	1.-3. Semester	1		en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92007 Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip	2V 2Ü, WS+SS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92007 Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip	2L 2Ex, WS+SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip:</i> <b>Empfohlen:</b> Introduction to Computer Engineering None <i>Prerequisites of course Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip:</i> <b>Recommended:</b> Introduction to Computer Engineering					

4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Die Lehrveranstaltung “Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip” befasst sich mit aktuellen Ansätzen zum Test und zur Diagnose von integrierten Systemen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Algorithmen und Werkzeugen zur rechnergestützten Vorbereitung und Durchführung von Test und Diagnose.</p> <p><b>Inhalt</b></p> <p>Unter anderem werden die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Spezielle Verfahren für den eingebauten Selbsttest und für den eingebetteten Test</li><li>• Eingebaute Diagnose</li><li>• Test robuster und selbstadaptiver Systeme</li><li>• Adaptives Testen</li></ul> <p><i>Contents of the course Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>The course “Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on Chip” deals with advanced topics in test and diagnosis of integrated systems. The focus is on algorithms and tools for computer-aided preparation and application of test and diagnosis procedures.</p> <p>** Contents**</p> <p>Topics include but are not restricted to:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Advanced techniques for built-in self-test and embedded test</li><li>• Built-in diagnosis</li><li>• Test of robust and self-adaptive systems</li><li>• Adaptive Testing</li></ul>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ausgewählte aktuelle Ansätze aus dem Bereich Test und Diagnose zu beschreiben,</li><li>• die grundlegenden Modelle und Algorithmen dafür zu erklären und anzuwenden, sowie</li><li>• die speziellen Herausforderungen bei Fertigungstechnologien im Nanometerbereich zu erklären und Teststrategien im Hinblick darauf zu bewerten.</li></ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ihre Grundkenntnisse zum Studium und Verständnis neuer Ansätze aus der aktuellen Literatur anzuwenden,</li><li>• die neuen Inhalte in einem konferenzähnlichen Vortrag zu präsentieren und</li><li>• die neuen Inhalte in einem wissenschaftlichen Manuskript zu beschreiben.</li></ul>



## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Domain competence:</b> After attending the course, the students will be able</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to describe recent approaches in test and diagnosis,</li> <li>• to explain and apply the underlying models and algorithms,</li> <li>• to explain the specific challenges of nanoscale integration and evaluate test strategies accordingly.</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students are able</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to apply their basic knowledge for studying and understanding new approaches from the state of the art literature,</li> <li>• to present the new contents in a conference style presentation, and</li> <li>• to describe the new contents in a scientific manuscript.</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)              <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)              <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)              <input type="checkbox"/> Module exam (MP)              <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr. Sybille Hellebrand
13	<b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip:</i> <b>Lehrveranstaltungsseite</b> <a href="http://www.date.upb.de/pages/en/teaching/homepage.php">http://www.date.upb.de/pages/en/teaching/homepage.php</a> <b>Methodische Umsetzung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung mit Beamer und Tafel</li><li>• Selbstständige Ausarbeitung neuer Inhalte anhand aktueller Literatur</li><li>• Präsentation der neuen Inhalte im Rahmen eines Fachvortrags und</li><li>• Schriftliche Ausarbeitung</li></ul> <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsfolien</li><li>• Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien im jeweiligen koala-Kurs</li><li>• Michael L. Bushnell, Vishwani D. Agrawal, „Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory, and Mixed-Signal VLSI Circuits,“ Kluwer Academic Publishers,2000</li><li>• Laung-Terng Wang, Cheng-Wen Wu, Xiaoqing Wen, „VLSI Test Principles and Architectures: Design for Testability,“ Morgan Kaufmann Series in Systems on Silicon, ISBN: 0123705975</li><li>• Artikel aus Fachzeitschriften und Konferenzbänden / Articles from Journals and Conference Proceedings (e.g. IEEE Transactions on Computers, IEEE Transactions on CAD of Integrated Circuits and Systems, IEEE International Test Conference, etc.)</li></ul>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

*Remarks of course Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip:*

**Module Homepage**

<http://www.date.upb.de/pages/en/teaching/homepage.php>

**Implementation**

- Lecture based on slide presentation, extensions on blackboard
- Self-study on recent approaches based on recent conference and journal publications
- Oral presentation
- Manuscript

**Teaching Material, Literature**

- Lecture slides
- Additional material can be found in koala
- Michael L. Bushnell, Vishwani D. Agrawal, „Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory, and Mixed-Signal VLSI Circuits,“ Kluwer Academic Publishers,2000
- Laung-Terng Wang, Cheng-Wen Wu, Xiaoqing Wen, „VLSI Test Principles and Architectures: Design for Testability,“ Morgan Kaufmann Series in Systems on Silicon, ISBN: 0123705975
- Artikel aus Fachzeitschriften und Konferenzbänden / Articles from Journals and Conference Proceedings (e.g. IEEE Transactions on Computers, IEEE Transactions on CAD of Integrated Circuits and Systems, IEEE International Test Conference, etc.)

<b>Cognitive Systems Engineering</b>			
Cognitive Systems Engineering			
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>
M.048.9070X	180	6	Sommer- / Wintersemester summer- / winter term
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>
	1.-3. Semester	1	en

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a)	L.048.90701 Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention	2V, WS	30	60	WP	50
	b)	L.048.90702 Cognitive Systems Engineering B - Sensation and Perception in Biological Systems	2V, SS	30	60	WP	50
	c)	L.048.62008 Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar	2V, WS+SS	30	60	WP	50
		<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact-time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
	a)	L.048.90701 Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention	2L, WS	30	60	CE	50
	b)	L.048.90702 Cognitive Systems Engineering B - Sensation and Perception in Biological Systems	2L, SS	30	60	CE	50
	c)	L.048.62008 Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar	2L, WS+SS	30	60	CE	50
	2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	2 aus 3						
	2 of 3						

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b></p> <p>Keine</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention:</i> <b>Empfohlen:</b> Keine - aber Interesse an der Materie und der interdisziplinären Arbeit</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering B - Sensation and Perception in Biological Systems:</i> <b>Empfohlen:</b> Keine - aber Interesse an der Materie und der interdisziplinären Arbeit</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar:</i> <b>Empfohlen:</b> Keine - aber Interesse an der Materie und der interdisziplinären Arbeit</p> <p>None</p> <p><i>Prerequisites of course Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention:</i> <b>Recommended:</b> None - but interest in the subject-matter and interdisciplinary work</p> <p><i>Prerequisites of course Cognitive Systems Engineering B - Sensation and Perception in Biological Systems:</i> <b>Recommended:</b> None - but interest in the subject-matter and interdisciplinary work</p> <p><i>Prerequisites of course Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar:</i> <b>Recommended:</b> None - but interest in the subject-matter and interdisciplinary work</p>
---	---

4

**Inhalte / Contents:**

Dieses Modul wird **in zwei Teilen** angeboten. Die Studierenden müssen **zwei aus drei** wählen. Jeder Teil umfasst zwei Stunden pro Woche und bringt drei Credits ein.

*Inhalte der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention:*

**Teil A** befasst sich mit dem Phänomen der visuellen Aufmerksamkeit bei Tieren und Menschen und ihrer Nutzung in technischen Systemen. Zunächst wird gezeigt, wie die visuelle Aufmerksamkeit Lebewesen in die Lage versetzt, visuelle Informationen durch die Priorisierung von Regionen im Gesichtsfeld selektiv zu verarbeiten. Diese Fähigkeit ermöglicht eine schnellere und genauere Reaktion auf ein Ziel. In Präsentationen und Diskussionen unter den Teilnehmern werden die Studierenden in die Modellierung und experimentelle Erforschung der visuellen Aufmerksamkeit eingeführt. Anschließend wird die Entwicklung von technischen Modellen für die visuelle Aufmerksamkeit untersucht. Die Teilnehmer implementieren ihre eigenen Modelle. Dabei soll auch die Möglichkeit der gemeinsamen Forschung über die Grenzen verschiedener Disziplinen hinweg aufgezeigt werden.

*Inhalte der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering B - Sensation and Perception in Biological Systems:*

Die von den Sinnesrezeptoren aufgenommenen Informationen über die physische Welt werden als *Sinneseindrücke* bezeichnet, während der Prozess, durch den das Gehirn diese Sinneseindrücke auswählt, ordnet und interpretiert, als *Wahrnehmung* bezeichnet wird. **Teil B** des Kurses CSE bietet einen breiten Überblick über die Grundlagen der Empfindung und Wahrnehmung bei Tieren und Menschen und die damit verbundenen faszinierenden Phänomene. Darüber hinaus wird die Umsetzung von bio-inspirierten Mechanismen in technischen Systemen betrachtet. Die Studierenden halten Vorträge zu verschiedenen Themen aus den Bereichen Sehen, Hören, Gleichgewichtssinn, Berührung, Geruchssinn und Geschmack. Jede Präsentation umfasst praktische Experimente und wird von einer Diskussion unter den Teilnehmern begleitet.

*Inhalte der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar:*

Jedes Semester finden verschiedene Vorträge im Kontext kognitiver Systeme statt. Im **Teil C** werden aktuelle Zwischenberichte und Ergebnisse von Seminararbeiten, Bachelor- und Masterarbeiten, Forschungsprojekten und Drittmittelprojekten vorgestellt. Außerdem gibt es Vorträge von Gästen des GET Lab. Studierende, die sich für diesen Teil entscheiden, müssen eine eigene Präsentation halten.

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p>This module is <b>offered in two parts</b>. Students have to choose <b>two out of three</b>. Each part covers two hours per week and yields three credits.</p> <p><i>Contents of the course Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention:</i> <b>Part A</b> focuses on the phenomenon of visual attention in animals and humans and its use in technical systems. Initially, it is shown how visual attention enables living beings to selectively process visual information through the prioritization of regions in the visual field. This ability allows a faster and more accurate reaction to a target. In presentations and discussions among the participants, the students are introduced to modeling and experimental research of visual attention. Subsequently, the development of technical models for visual attention is studied. The participants implement their own models. It is also intended to demonstrate the possibility of joint research across boundaries of different disciplines.</p> <p><i>Contents of the course Cognitive Systems Engineering B - Sensation and Perception in Biological Systems:</i> The input about the physical world obtained by sensory receptors is called <i>sensation</i>, while the process by which the brain selects, organizes, and interprets these sensations is labeled <i>perception</i>. <b>Part B</b> of the course CSE offers a broad overview of the fundamentals of sensation and perception in animals and humans and the associated intriguing phenomena. Moreover, the implementation of bio-inspired mechanisms in technical systems is considered. The students provide presentations about different topics from the fields of vision, hearing, vestibular sensation, touch, olfaction, and taste. Each presentation includes hands-on experiments and is followed by a discussion among the participants.</p> <p><i>Contents of the course Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar:</i> Each semester various presentations take place in the context of cognitive systems. In <b>part C</b> current interim reports and results of seminar papers, bachelor's and master's theses, research projects, and third-party funded projects are presented. Furthermore, there are lectures by guests of GET Lab. Students who opt for this part have to give a presentation on their own.</p>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• können grundlegende Fragestellungen für den Entwurf und die Implementierung von technischen kognitiven Systemen benennen,</li><li>• sind in der Lage, technische kognitive Systeme zu verwenden und zu evaluieren und</li><li>• können einfache psychophysikalische Experimente interpretieren, entwerfen, durchführen und auswerten.</li></ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• sind in der Lage (englischsprachige) Fachliteratur zu recherchieren,</li><li>• haben ein Verständnis für die fachspezifischen Forschungsansätze (Elektrotechnik/ Informatik/ Psychologie) entwickelt und</li><li>• haben ein kritisches Verständnis darüber, inwiefern die Nachahmung biologischer kognitiver Prozesse in technischen Systemen sinnvoll ist.</li></ul>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

		<p><b>Domain competence:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to name basic research topics related to the design and the implementation of technical cognitive systems,</li> <li>• can apply and evaluate technical cognitive systems, and</li> <li>• are able to understand, design, implement and evaluate basic psychophysical experiments.</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to research and evaluate technical literature,</li> <li>• have developed an understanding of the discipline-related research approaches (computer science, electrical engineering, psychology) and</li> <li>• are able to carefully consider the potential use of bio-inspired mechanisms in technical systems.</li> </ul>																
6		<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP) </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) - c)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP) </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) - c)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a) - c)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a) - c)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote															
a) - c)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%															
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade															
a) - c)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%															
7		<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>																
8		<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>																
9		<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10		<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>																



## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr. Bärbel Mertsching</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><b>Modul-Homepage</b> [<a href="http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/cse">http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/cse</a>]</p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention:</i> <b>Literaturangaben (Auszug)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Backer, G. (2003) Modellierung visueller Aufmerksamkeit im Computer Sehen: Ein zweistufiges Selektionsmodell für ein Aktives Sehsystem. Dissertation U Hamburg [<a href="http://ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2004/2226/">http://ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2004/2226/</a>]. (Last access: March 3, 2021).</li> <li>• Itti, L., Rees, G. &amp; Tsotsos (2005): Neurobiology of Attention (sections Foundations and Systems). Amsterdam (Elsevier) 3-196 resp. 547-676.</li> </ul> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering B - Sensation and Perception in Biological Systems:</i> <b>Literaturangaben (Auszug)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foley, H., &amp; Matlin, M. Sensation and Perception. Psychology Press, 2015</li> <li>• O'Regan, J. K. Why Red Doesn't Sound Like a Bell. Oxford University Press, Inc, 2011</li> <li>• Wolfe, J. M. et al. Sensation &amp; Perception, Fifth Edition. Oxford University Press, Inc, 2019</li> </ul> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar:</i> None</p>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<p><b>Module Homepage</b>  <a href="http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/cse">[http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/cse]</a></p> <p><i>Remarks of course Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention:</i></p> <p><b>References (excerpt)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Backer, G. (2003) Modellierung visueller Aufmerksamkeit im Computer Sehen: Ein zweistufiges Selektionsmodell für ein Aktives Sehsystem. Dissertation U Hamburg [<a href="http://ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2004/2226/">http://ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2004/2226/</a>]. (Last access: March 3, 2021).</li> <li>• Itti, L., Rees, G. &amp; Tsotsos (2005): Neurobiology of Attention (sections Foundations and Systems). Amsterdam (Elsevier) 3-196 resp. 547-676.</li> </ul> <p><i>Remarks of course Cognitive Systems Engineering B - Sensation and Perception in Biological Systems:</i></p> <p><b>References (excerpt)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foley, H., &amp; Matlin, M. Sensation and Perception. Psychology Press, 2015</li> <li>• O'Regan, J. K. Why Red Doesn't Sound Like a Bell. Oxford University Press, Inc, 2011</li> <li>• Wolfe, J. M. et al. Sensation &amp; Perception, Fifth Edition. Oxford University Press, Inc, 2019</li> </ul> <p><i>Remarks of course Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar:</i>  None</p>
--

<b>Data Science for Physics and Engineering</b>						
Data Science for Physics and Engineering						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.079.4077	180	6	Wintersemester winter term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.079.05701 Data Science for Physics and Engineering	V3 Ü2	75	105	WP	50

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact-time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.079.05701 Data Science for Physics and Engineering	L3 Ex2	75	105	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b> keine none					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Data Science for Physics and Engineering:</i> keine <i>Prerequisites of course Data Science for Physics and Engineering:</i> none					
4	<b>Inhalte / Contents:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Data Science for Physics and Engineering:</i> Datenbasierte Methoden haben in den vergangenen Jahren die Modellierung, Vorhersage und Steuerung komplexer Systeme revolutioniert. In dieser Vorlesung behandeln wir die Grundlagen aus den Bereichen <i>Maschinelles Lernen</i> , <i>Ingenieurwissenschaften</i> sowie <i>mathematischer Physik</i> , um moderne Verfahren aus dem Bereich Data Science in die Modellierung und Steuerung komplexer Systeme zu integrieren. Wir behandeln auch aktuelle Fortschritte im Bereich des <i>wissenschaftlichen Rechnens</i> , die es ermöglichen, datenbasierte Methoden in einer Vielzahl von Anwendungen einzusetzen, zum Beispiel Fluiddynamik, Gehirnströme, Klima, Epidemiologie, Finanzen oder Robotik. Die behandelten Themenblöcke sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mustererkennung und Dimensionsreduktion</li> <li>• Koordinatentransformationen</li> <li>• Maschinelles Lernen und Datenanalyse</li> <li>• Dynamische Systeme und Kontrolle</li> <li>• Reduzierte Modelle</li> </ul> <i>Contents of the course Data Science for Physics and Engineering:</i> Data-driven methods are revolutionizing the modeling, prediction, and control of complex systems. In this lecture series, we will cover the basis regarding <i>machine learning</i> , <i>engineering</i> , and <i>mathematical physics</i> to integrate modeling and control of dynamical systems with modern methods in data science. We also highlight many of the recent advances in <i>scientific computing</i> that enable data-driven methods to be applied to a diverse range of complex systems such as fluid dynamics, the brain, climate, epidemiology, finance, and robotics. The covered topics include: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pattern recognition and dimensionality reduction</li> <li>• Coordinate transformations</li> <li>• Machine learning and data analysis</li> <li>• Dynamics and control</li> <li>• Reduced order modeling</li> </ul>					

5

**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Studenten lernen

- Faktenwissen über
  - die Grundlagen maschineller Lernverfahren im Kontext technischer und physikalischer Systeme
  - Grundlagen aus dem Bereich der Vorhersage und Steuerung dynamischer Systeme
  - mathematische Grundlagen der datenbasierten Modellreduktion
- Methodisches Wissen über
  - verschiedene, in den datenbasierten Ingenieurwissenschaften weit verbreitete Ansätze zur effizienten Datenverarbeitung und -auswertung
  - die interdisziplinäre Verknüpfung verschiedener Methoden zur Lösung komplexer Problemstellungen
- Transfer-Wissen, u.a. die Fähigkeit
  - die Methoden auf neue Systeme und Problemklassen zu übertragen
  - etablierte Methoden des maschinellen Lernens für spezifische Problemklassen geschickt miteinander zu verknüpfen
- Normatives Wissen, unter anderem die Fähigkeit folgendes zu bewerten
  - Die Eignung bestimmter Methoden hinsichtlich der verfügbaren Datenmenge, der Systemkomplexität, etc.
  - den Aufwand und die Machbarkeit von datenbasierte Projekten im ingenieurwissenschaftlichen Kontext

**Nichtkognitive Kompetenzen**

- Lernkompetenz
- Lernmotivation

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p>Students learn</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• factual knowledge about             <ul style="list-style-type: none"> <li>– the basis of machine learning methods in the context of technical and physical systems</li> <li>– basic knowledge regarding prediction and control of dynamical systems</li> <li>– mathematical basics of data-driven surrogate modelling</li> </ul> </li> <li>• methodological knowledge, including             <ul style="list-style-type: none"> <li>– various frequently used approaches for efficient data management and analysis in engineering</li> <li>– the interdisciplinary connection of different methods for solving complex problems</li> </ul> </li> <li>• transfer skills             <ul style="list-style-type: none"> <li>– the application of the learned methods to new systems and problem classes</li> <li>– the suitable combination of established machine learning methods for new specific problem classes</li> </ul> </li> <li>• normative evaluation skills including the ability to assess             <ul style="list-style-type: none"> <li>– the suitability of specific methods in terms of the available amount of data, the system complexity, etc.</li> <li>– the effort and feasibility of data-driven projects in engineering</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Non-cognitive Skills</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• learning competence</li> <li>• learning motivation</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)                  <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)                  <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)           </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)                  <input type="checkbox"/> Module exam (MP)                  <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)           </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or oral examination</td> <td style="text-align: center;">90-120 min or 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the course achievement will be conducted.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or oral examination	90-120 min or 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or oral examination	90-120 min or 40 min	100%														

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>keine none</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Masterstudiengang Elektrotechnik v4 (EMA v4), Masterstudiengang Informatik v3, Masterstudiengang Informatik v4</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Dr. Sebastian Peitz</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Data Science for Physics and Engineering:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b> Theoretische Konzepte werden in der Vorlesung erläutert und in den Tutorien mit Übungen und Programmieraufgaben vertieft. Tutorien werden sowohl in Eigenarbeit als auch mittels gemeinsamer Diskussionen durchgeführt.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steven L. Brunton and J. Nathan Kutz. Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press, 2019.</li> </ul> <p><i>Remarks of course Data Science for Physics and Engineering:</i></p> <p><b>Implementation method</b> Theoretical concepts will be presented during lectures and consolidated in tutorials with exercises as well as programming tasks. Tutorials will be realized via individual work as well as joint discussions.</p> <p><b>Learning Material, Literature</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steven L. Brunton and J. Nathan Kutz. Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press, 2019.</li> </ul>

**Digital Image Processing I**

Digital Image Processing I

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.92008	180	6	Wintersemester winter term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92008 Digital Image Processing I	2V 2Ü, WS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92008 Digital Image Processing I	2L 2Ex, WS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Digital Image Processing I:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Digital Image Processing I:</i> None					

4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Digital Image Processing I:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b>          Die Veranstaltung "Digital Image Processing I" stellt ein Basismodul im Katalog "Kognitive Systeme" im Masterstudiengang "Elektrotechnik" und verwandten Studiengängen dar. Die Veranstaltung gibt eine grundlegende Einführung in die Digitale Bildverarbeitung.</p> <p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen (Koordinaten, Bilddatentypen, menschliche Wahrnehmung, Licht und elektromagnetisches Spektrum)</li> <li>• Bildaufnahme (Abtastung, Quantisierung, Aliasing, Nachbarschaften)</li> <li>• Bildverbesserung im Ortsraum (Transformationen, Histogramme, arithmetische und logarithmische Operationen, spatiale Filter allgemein, Glättungsfiler, Kantenfilter)</li> <li>• Bildverbesserung im Frequenzraum (Fouriertransformation, Glättungsfiler, Kantenfilter)</li> <li>• Bilddatenkompression und -reduktion (Grundlagen, Kompressionsmodelle, Informationstheorie, Kompressionsstandards)</li> </ul> <p><i>Contents of the course Digital Image Processing I:</i></p> <p><b>Short Description</b>          The course "Digital Image Processing I" is a fundamental module in the catalog "Cognitive Systems" of the Electrical Engineering Master's program and related courses of studies. The course provides a fundamental introduction to digital image processing.</p> <p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic principles (coordinates, types of image data, human perception, light and electromagnetic spectrum)</li> <li>• Image acquisition (sampling, quantization, aliasing, neighborhoods)</li> <li>• Image enhancement in the spatial domain (transformations, histograms, arithmetic and logarithmic operations, spatial filters in general, smoothing filters, edge filters)</li> <li>• Image enhancement in the frequency domain (Fourier Transform, smoothing filters, edge filters)</li> <li>• Compression and reduction of image data (basic principles, compression models, information theory, compression standards)</li> </ul>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b>          Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, die Grundlagen der Bildgenerierung und der Bilddigitalisierung zu beschreiben und</li> <li>• können Methoden zur Bildverbesserung im Orts- und Frequenzraum, zur Bildsegmentation und zur Bilddatenreduktion selbstständig für komplexe Bildbearbeitungsaufgaben auswählen, implementieren, testen und anwenden.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b>          Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Programmierung in C und C++.</p>



## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Domain competence:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to describe the basics of image generation and image digitization and</li> <li>• are able to select, implement, test and apply methods for the enhancement of images in the spatial and frequency domain, image segmentation and data reduction independently for complex image processing tasks.</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students have a good command of programming in the C language and C++.</p>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>keine none</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>																

12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr. Bärbel Mertsching</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Digital Image Processing I:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/dip-I">http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/dip-I</a>  <b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die theoretischen und methodischen Grundlagen werden zunächst im Rahmen einer Vorlesung eingeführt.</li> <li>• Eine Einübung der präsentierten Methoden erfolgt danach im Übungsteil.</li> <li>• Abschließend werden einfache Bildverarbeitungsalgorithmen von den TeilnehmerInnen implementiert, getestet und angewendet.</li> <li>• Im Praktikumsteil werden die notwendigen Programmierkenntnisse vermittelt, er ist aber ausdrücklich nicht als Programmierkurs gedacht.</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>  Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mertsching, Bärbel: Digital Image Processing I (lecture notes)</li> <li>• Forsyth, David and Ponce, Jean: Computer Vision - A Modern Approach. Prentice Hall, 2nd ed., 2011. ASIN: B006V372KG</li> <li>• Gonzalez, Rafael C. and Woods, Richard E.: Digital ImageProcessing. Prentice Hall, 3rd ed., 2007. ISBN-13: 978-013168728</li> <li>• Jähne, Bernd: Digitale Bildverarbeitung. Springer, 7.Aufl., 2012. ISBN-13: 978-3642049514</li> </ul> <p><i>Remarks of course Digital Image Processing I:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/dip-I">http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/dip-I</a>  <b>Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The theoretical and methodic fundamentals will be introduced during the lecture.</li> <li>• The methods presented will be practiced during the subsequent exercise / lab part.</li> <li>• Finally, the participants will implement, test, and apply simple image processing algorithms.</li> <li>• The necessary programming skills will be taught during the practical, this is explicitly not considered a programming course.</li> </ul> <p><b>Teaching Material, Literature</b>  Lecture notes, exercise sheets and advanced literature (excerpt):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mertsching, Bärbel: Digital Image Processing I (lecture notes)</li> <li>• Forsyth, David and Ponce, Jean: Computer Vision - A Modern Approach. Prentice Hall, 2nd ed., 2011. ASIN: B006V372KG</li> <li>• Gonzalez, Rafael C. and Woods, Richard E.: Digital ImageProcessing. Prentice Hall, 3rd ed., 2007. ISBN-13: 978-013168728</li> <li>• Jähne, Bernd: Digitale Bildverarbeitung. Springer, 7.Aufl., 2012. ISBN-13: 978-3642049514</li> </ul>

**Digital Image Processing II**

Digital Image Processing II

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.92010	180	6	Sommersemester summer term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92010 Digital Image Processing II	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92010 Digital Image Processing II	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Digital Image Processing II:</i> <b>Empfohlen:</b> Grundkenntnisse der Bildverarbeitung, (zum Beispiel aus der Lehrveranstaltung Digital Image Processing I (L.048.23002 / L.048.92008) None <i>Prerequisites of course Digital Image Processing II:</i> <b>Recommended:</b> Basic knowledge of image processing, (e. g. from the course Digital Image Processing I (L.048.23002 / L.048.92008)					

4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Digital Image Processing II:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Die Veranstaltung "Digital Image Processing II" ist ein Modul im Katalog "Cognitive Systems" für Studierende des Masterstudiengangs Elektrotechnik und verwandter Studiengänge. Es schließt an die Grundlagenveranstaltung "Digital Image Processing I" an und behandelt fortgeschrittene Methoden der Bildverarbeitung.</p> <p><b>Contents</b></p> <p>Die folgenden Themen werden im Laufe des Semesters behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bildsegmentierung (Linien- und Kantenerkennung, Segmentierung nach Regionen, Superpixel)</li><li>• Merkmalsextraktion (Merkmalsdeskriptoren, Hauptkomponenten, Skalen-Invariante-Merkmal-Transformation (SIFT))</li><li>• Stereobildanalyse (Tiefenwahrnehmung, Stereogeometrie, Korrespondenzproblem)</li><li>• Bewegung (Bewegungserkennung, optischer Fluss, Bewegungsmodelle, Bewegungssegmentierung)</li><li>• Objekterkennung und Bildmusterklassifikation (Muster, Klassifikatoren, neuronale Netze und Deep Learning, Convolutional Neural Networks (CNN))</li></ul> <p>Nachdem die Studierenden die Methoden in der Vorlesung kennengelernt haben, werden sie diese in Jupyter-Notebooks implementieren.</p> <p><i>Contents of the course Digital Image Processing II:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>The course "Digital Image Processing II" is a module in the catalog "Cognitive Systems" for advanced students of the Electrical Engineering Master's program and related degree programs. It follows the fundamental course "Digital Image Processing I" and covers methods for high-level image processing.</p> <p><b>Contents</b></p> <p>The following topics will be discussed during the semester:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Image segmentation (line and edge detection, segmentation by region, superpixels)</li><li>• Feature extraction (feature descriptors, principal components, Scale-Invariant-Feature-Transform (SIFT))</li><li>• Stereo image analysis (depth perception, stereo geometry, correspondence problem)</li><li>• Motion (motion detection, optical flow, motion models, motion segmentation)</li><li>• Object recognition and image pattern classification (patterns, classifiers, neural networks and deep learning, convolutional neural networks (CNN))</li></ul> <p>After learning about the methods in the lecture, the students will implement them in Jupyter Notebooks.</p>
---	---

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die grundlegenden Methoden zur Bildsegmentation anwenden,</li> <li>• beherrschen Methoden zur Beschreibung von Bildmerkmalen und zur Objekterkennung,</li> <li>• können Kenntnisse aus der Bildverarbeitung auf die Behandlung anderer mehrdimensionaler Signale übertragen und</li> <li>• können den aktuellen Stand des Wissens in den vorgestellten Gebieten beschreiben.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden können die Funktion und das Verhalten komplexer technischer Prozesse und ihre Einbindung in das gesellschaftliche Umfeld unter ethischen Gesichtspunkten erkennen und bewerten.</p> <p><b>Domain competence:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can apply methods for image segmentation, representation and description of features, stereo and motion image analysis, objection recognition and machine learning,</li> <li>• are able to transfer the acquired knowledge of image processing to the processing of other multi-dimensional signals,</li> <li>• are able to describe the state-of-the-art of the presented topics, and</li> <li>• are able to implement the presented methods.</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students are able to identify and evaluate the function and the behavior of complex technical processes and their integration into the social environment while also considering ethical aspects.</p>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1249 1422 1460"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1525 1422 1736"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Type of examination</th> <th>Duration or scope</th> <th>Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>																

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr. Bärbel Mertsching</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Digital Image Processing II:</i></p> <p><b>Lehrveranstaltungsseite</b> [<a href="http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/dip-II">http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/dip-II</a>]</p> <p><b>Lehrmaterialien</b> siehe PANDA ([<a href="https://panda.uni-paderborn.de">https://panda.uni-paderborn.de</a>])</p> <p><b>Literaturangaben (Auszug)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mertsching, Bärbel: Digital Image Processing (lecture notes)</li> <li>• Forsyth, David and Ponce, Jean: Computer Vision - A Modern Approach. Prentice-Hall, 2nd ed., 2011. ASIN: B006V372KG</li> <li>• Gonzalez, Rafael C. and Woods, Richard E.: Digital Image Processing. Pearson Education Limited, 4th ed., 2018. ISBN-13: 978-1-292-22304-9</li> <li>• Jähne, Bernd: Digitale Bildverarbeitung. Springer, 7. Aufl., 2012. ISBN-13: 978-3642049514</li> </ul> <p><i>Remarks of course Digital Image Processing II:</i></p> <p><b>Course Homepage</b> [<a href="http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/dip-II">http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/dip-II</a>]</p> <p><b>Course Documents</b> see PANDA ([<a href="https://panda.uni-paderborn.de">https://panda.uni-paderborn.de</a>])</p> <p><b>References (excerpt)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mertsching, Bärbel: Digital Image Processing (lecture notes)</li> <li>• Forsyth, David and Ponce, Jean: Computer Vision - A Modern Approach. Prentice-Hall, 2nd ed., 2011. ASIN: B006V372KG</li> <li>• Gonzalez, Rafael C. and Woods, Richard E.: Digital Image Processing. Pearson Education Limited, 4th ed., 2018. ISBN-13: 978-1-292-22304-9</li> <li>• Jähne, Bernd: Digitale Bildverarbeitung. Springer, 7. Aufl., 2012. ISBN-13: 978-3642049514</li> </ul>

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method						
Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>		<b>Turnus / Regular Cycle:</b>		
M.048.92036	180	6		Sommersemester summer term		
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>		<b>Sprache / Teaching Language:</b>		
	1.-3. Semester	1		en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92036 Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92036 Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine  <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> <b>Empfohlen:</b> Gute Kenntnisse der Maxwellgleichungen, ihrer Eigenschaften und Lösungen auf Niveau des Kurses "Elektromagnetische Wellen". Mathematische Grundkenntnisse in Differentialgleichungen und Vektoranalysis.					

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p>None</p> <p><i>Prerequisites of course Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i></p> <p><b>Recommended:</b> Detailed knowledge of the Maxwell Equations, their properties and solutions as taught in the course Fields&amp;Waves. Mathematical basis knowledge on differential equations and vector analysis.</p>
4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Die Veranstaltung bietet eine Einführung in die fortgeschrittene und leistungsfähige numerische Methode der Discontinuous Galerkin Methode im Zeitbereich. Mit dieser lassen sich zeit-räumliche Phänomene wie elektromagnetische Feldausbreitung und andere durch partielle Differentialgleichungen beschreibbare Effekte effizient simulieren.</p> <p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung, Motivation</li> <li>• Grundlagen der Discontinuous Galerkin Methode</li> <li>• Linear Systeme</li> <li>• Theoretische Grundlagen, Diskrete Stabilität</li> <li>• Numerische Probleme, Stabilität</li> <li>• Höhere Ordnungen, Globale Eigenschaften</li> <li>• Simulation elektromagnetischer Felder</li> </ul> <p><i>Contents of the course Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>This course provides an introduction to the sophisticated and powerful Discontinuous Galerkin method in time domain. With this numerical technique it is possible to describe spatiotemporal effects like electromagnetic field propagation and other physical models which can be described by partial differential equations.</p> <p><b>Contents</b></p> <p>Contents</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction, Motivation, History</li> <li>• Basic elements of the Discontinuous Galerkin Method</li> <li>• Linear systems * Theory foundation and discrete stability</li> <li>• Nonlinear problems and properties</li> <li>• Higher order, global problems</li> <li>• Application to electromagnetic field simulation</li> </ul>



5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe elektromagnetische Feldprobleme mathematisch zu formulieren (Modellbildung, Analysieren)</li> <li>• die Discontinuous Galerkin Methode auf physikalische Probleme zu übertragen, anzuwenden und zu prüfen (Anwenden, Synthetisieren, Evaluieren)</li> <li>• numerisch gewonnene Ergebnisse zu visualisieren und physikalisch zu deuten (Evaluieren)</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungen</li> <li>• erlernen Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium und Internetnutzung,</li> <li>• erwerben eine fachbezogene Fremdsprachenkompetenz</li> </ul> <p><b>Domain competence:</b> After attending the course, the student will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematically model complex electromagnetic field problems</li> <li>• transfer, apply, validate the Discontinuous Galerkin method on physical problems</li> <li>• to physically interpret and visualise the obtained results</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn to transfer the acquired skills also to other disciplines</li> <li>• extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises</li> <li>• learn strategies to acquire knowledge from literature and internet</li> <li>• acquire a specialised foreign language competence</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1489 1422 1697"> <thead> <tr> <th data-bbox="277 1489 363 1585">zu</th> <th data-bbox="363 1489 975 1585">Prüfungsform</th> <th data-bbox="975 1489 1198 1585">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1198 1489 1422 1585">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="277 1585 363 1697">a)</td> <td data-bbox="363 1585 975 1697">Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td data-bbox="975 1585 1198 1697">120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td data-bbox="1198 1585 1422 1697">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%						

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)			
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Dr. Yevgen Grynko		
13	<b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Die theoretischen Konzepte werden in der Form einer Vorlesung präsentiert, in der zugehörigen programmierpraktischen Übung werden für einfache Problemstellungen der Simulationstechnik kleine Programme erstellt.  <i>Remarks of course Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> <b>Implementation</b> The theoretical concepts are presented in form of a lecture. In the corresponding exercises simulation techniques are practised by writing or adapting small programs.		

<b>Optical Waveguide Theory</b>
Optical Waveguide Theory

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>		<b>Turnus / Regular Cycle:</b>		
M.048.92038	180	6		Sommersemester summer term		
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>		<b>Sprache / Teaching Language:</b>		
	1.-3. Semester	1		en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92038 Optical Waveguide Theory	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92038 Optical Waveguide Theory	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optical Waveguide Theory:</i> <b>Empfohlen:</b> Grundlagen der Elektrodynamik (auf Niveau des Kurses "Elektromagnetische Wellen"), Mathematische Grundlagen (Bachelor Niveau). None <i>Prerequisites of course Optical Waveguide Theory:</i> <b>Recommended:</b> Bachelor-level knowledge in electrodynamics and mathematics as taught in the course Fields&Waves.					

4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optical Waveguide Theory:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Dielektrische optische Wellenleiter sind Schlüsselemente heutiger integrierter optischer/photonischer Schaltkreise. Dieser Kurs bietet eine Einführung zur theoretischen Behandlung und eine Grundlage für weitergehende Modellierung, Simulation und Design von Wellenleitern.</p> <p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Photonik, integrierte Optik, dielektrische Wellenleiter: Beispiele, Motivation.</li><li>• Kurze Wiederholung der benötigten mathematischen Hilfsmittel.</li><li>• Maxwellgleichung in verschiedenen Formulierungen, Klassen von Problemen.</li><li>• Normale Moden in dielektrischen optischen Wellenleitern, Orthogonalität, Vollständigkeit, Streumatrizen, reziproke Schaltkreise.</li><li>• Beispiele für dielektrische optische Wellenleiter (Mehrschichtsysteme, integriert-optische Kanäle, Glasfasern), gebogene Wellenleiter, Whispering-Gallery Moden.</li><li>• Coupled mode theory in konventioneller kodirektionaler, und hybrid analytischer/numerischer Variante, Störungstheorie für optische Wellenleiter.</li><li>• Optional: Behandlung von Randbedingungen, Anfangsbedingungen (Strahlpropagations-Methode), Wellenleiter-Diskontinuitäten (BEP/QUEP Simulationen), Photonische-Kristall-Wellenleiter und -Fasern, plasmonische Wellenleiter.</li></ul> <p><i>Contents of the course Optical Waveguide Theory:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>Dielectric optical waveguides constitute key-elements of present-day integrated optical / photonic circuits. This course provides an introduction to their theoretical background, and, as such, a sound basis for further, more specific, modelling, simulation, and design work, as well as for experimental activities in the field.</p> <p><b>Contents</b> * Photonics / integrated optics, dielectric waveguides: introductory examples, motivation. * Brush up on mathematical tools. * Maxwell equations, survey of different formulations; classes of simulation tasks. * Normal modes of dielectric optical waveguides, orthogonality, completeness, scattering matrices, reciprocal circuits. * Examples for dielectric optical waveguides (multilayer slabs, integrated optical channels, fibers), bent waveguides, whispering gallery resonances. * Coupled mode theory, conventional codirectional, and hybrid analytical / numerical variant, perturbations of optical waveguides. * Optional, brief remarks on: boundary conditions, initial value problems (beam propagation method), waveguide discontinuities (BEP/QUEP simulations), photonic crystal waveguides &amp; fibers, plasmonic waveguides.</p>
---	--

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Systeme der integrierten Optik und Photonik mathematisch zu formulieren (Modellbildung, Analysieren)</li><li>• analytische Lösungsmethoden und Näherungsverfahren zu identifizieren, anzuwenden und zu validieren (Anwenden, Synthetisieren, Evaluieren)</li><li>• die gewonnenen Ergebnisse zu veranschaulichen und physikalisch zu bewerten (Evaluieren)</li><li>• theoretische Modelle für Systeme der integrierten Optik und Photonik zu entwickeln und deren Gültigkeit zu validieren (Synthetisieren, Evaluieren)</li></ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• lernen, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen (Elemente der Elektrotechnik, Physik und Mathematik werden angesprochen),</li><li>• erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben und der Vorstellung und Diskussion ihrer eigenen Lösungen,</li><li>• erlernen Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium und Internetnutzung,</li><li>• erwerben weitere fachbezogene Fremdsprachenkompetenz.</li></ul> <p><b>Domain competence:</b> After attending the course, the student will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• to mathematically model electromagnetic field problems of systems in integrated optics and photonics</li><li>• to identify, apply and verify appropriate analytical methods and approximation techniques</li><li>• to physically interpret and visualise the obtained results</li><li>• to extend, develop and validate theoretical models for integrated optics and photonics</li></ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• learn to transfer the acquired skills also to other disciplines</li><li>• extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises</li><li>• learn strategies to acquire knowledge from literature and internet</li><li>• acquire a specialised foreign language competence</li></ul>
---	--

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

6	<b>Prüfungsleistung / Assessments:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.				
	<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)			
	zu	<b>Type of examination</b>	<b>Duration or scope</b>	<b>Weighting for the module grade</b>
	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the examination will be conducted.				
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).			
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)			
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Dr. Manfred Hammer			

13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Optical Waveguide Theory:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://ei.uni-paderborn.de/tet/">http://ei.uni-paderborn.de/tet/</a>  <b>Methodische Umsetzung</b>                  Die theoretischen Konzepte werden in der Form einer Vorlesung präsentiert; Übungen und Hausaufgaben vertiefen und ergänzen die Theorie.</p> <p><i>Remarks of course Optical Waveguide Theory:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://ei.uni-paderborn.de/tet/">http://ei.uni-paderborn.de/tet/</a>  <b>Implementation</b>                  The theoretical concepts will be presented as a lecture. The methods presented will be practiced in exercises classes and by means of homework assignments.</p>
----	--

Optimal and Adaptive Filters						
Optimal and Adaptive Filters						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>		<b>Turnus / Regular Cycle:</b>		
M.048.92011	180	6		Wintersemester winter term		
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>		<b>Sprache / Teaching Language:</b>		
	1.-3. Semester	1		en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92011 Optimal and Adaptive Filters	2V 2Ü, WS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92011 Optimal and Adaptive Filters	2L 2Ex, WS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b></p> <p>Keine</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optimal and Adaptive Filters:</i>  <b>Empfohlen:</b> Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik und Digitale Signalverarbeitung.</p> <p>None</p> <p><i>Prerequisites of course Optimal and Adaptive Filters:</i>  <b>Recommended:</b> Prior knowledge from the modules Higher Mathematics and Digital Signal Processing</p>
4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optimal and Adaptive Filters:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b>  Die Veranstaltung „Optimale und adaptive Filter“ führt in die grundlegenden Techniken und Theorien zur adaptiven Filterung ein. Aufbauend auf den Grundlagen der Schätztheorie werden zunächst optimale Filter diskutiert. Anschließend werden die Wiener Filter Theorie, die deterministische Optimierung unter Randbedingungen und die stochastischen Gradientenverfahren betrachtet. Abschließend werden der Least Squares Ansatz zur Lösung von Filteraufgaben und der Kalman Filter vorgestellt. Letzterer ist als Einführung in das Themengebiet der zustandsbasierten Filterung anzusehen.</p> <p><b>Inhalt</b>  <b>Klassische Parameterschätzung</b> * Schätzung und Schätzer * MMSE-Schätzung * Lineare Schätzer * Orthogonalitätsprinzip * Bewertung der Güte von Schätzern  <b>Wiener Filterung</b> * Wiener-Hopf Gleichung * AR- und MA-Prozesse * Lineare Prädiktion  <b>Iterative Optimierungsverfahren</b> * Gradientenan/abstieg * Newton-Verfahren  <b>Lineare adaptive Filterung</b> * LMS-Algorithmus * Least-Squares Methode * Blockweise und rekursive adaptive Filter * Realisierungsaspekte  <b>Zustandsmodellbasierte Filter</b> * Kalman Filter  <b>Anwendungen</b> * Systemidentifikation * Kanalschätzung und -entzerrung * Mehrkanalige Sprachsignalverarbeitung * Geräusch- und Interferenzunterdrückung</p> <p><i>Contents of the course Optimal and Adaptive Filters:</i></p> <p><b>Short Description</b>  The course “Optimal and adaptive filters” gives an introduction to the basic techniques and theories of adaptive filters. Based upon the basics of estimation theory optimal filters are discussed. Subsequently the topics Wiener filter theory, deterministic optimization under constraints and stochastic gradient methods are regarded. Concluding the Least Squares approach for solving filter tasks and the Kalman filter are introduced. The latter is regarded as a brief introduction to state based filters.</p> <p><b>Contents</b>  <b>Classic parameter estimation</b> * Estimators * MMSE-Estimation * Linear estimators * Orthogonality principle * Evaluation of estimators  <b>Wiener filter</b> * Wiener-Hopf equation * AR- and MA processes * Linear prediction  <b>Iterative optimization methods</b> * Gradient ascent/descent * Newton method  <b>Linear adaptive filters</b> * LMS algorithm * Least-Squares method * Blockwise and recursive adaptiv filters * Realization aspects  <b>Statemodel based filters</b> * Kalman filter  <b>Applications</b> * System identification * Channel estimation and equalization * Multi-channel speech signal processing * Noise and interference suppression</p>



5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemstellungen im Bereich der adaptiven Filterung zu analysieren und Anforderungen mathematisch zu formulieren</li> <li>• Filter anhand von Kostenfunktionen zu entwickeln und</li> <li>• ausgewählte adaptive Filter im Frequenz- oder Zeitbereich zu implementieren.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können theoretische Ergebnisse in praktische Realisierungen überprüfen,</li> <li>• können theoretische Ansätze mittels methodenorientiertem Vorgehen einer systematischen Analyse unterziehen und</li> <li>• sind durch die fundierte Betrachtung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden.</li> </ul> <p><b>Domain competence:</b> After attending the course, the students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analyze task on the field of adaptive filters and to formulate requirements mathematically,</li> <li>• develop filter using cost functions and</li> <li>• implement selected adaptive filters in the frequency or time domain.</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to check theoretical results using practical realizations,</li> <li>• are able to undertake theoretical approaches a systematic analysis using methodical procedures and</li> <li>• are, due to the precise treatment of the contents, in a position to continue their learning themselves</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1429 1422 1632"> <thead> <tr> <th data-bbox="277 1429 363 1520">zu</th> <th data-bbox="363 1429 975 1520">Prüfungsform</th> <th data-bbox="975 1429 1198 1520">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1198 1429 1422 1520">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="277 1520 363 1632">a)</td> <td data-bbox="363 1520 975 1632">Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td data-bbox="975 1520 1198 1632">120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td data-bbox="1198 1520 1422 1632">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%						

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)			
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
<p>Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the examination will be conducted.</p>			
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Dr.-Ing. Jörg Schmalenströer		
13	<b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Optimal and Adaptive Filters:</i> <b>Lehrveranstaltungsseite</b> <a href="http://ei.uni-paderborn.de/nt/lehre/veranstaltungen/optimale-und-adaptive-filter/">http://ei.uni-paderborn.de/nt/lehre/veranstaltungen/optimale-und-adaptive-filter/</a> <b>Methodische Umsetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit Tafelinsatz und Präsentationen,</li> <li>• Abwechselnde theoretische und praktische Präsenzübungen mit Übungsblättern und Rechnern und</li> <li>• Demonstrationen von Systemen in der Vorlesung</li> </ul> <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher; Matlab Skripte		

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<p><i>Remarks of course Optimal and Adaptive Filters:</i>  <b>*Course Homepage**</b>  <a href="http://nt.uni-paderborn.de/index.php?id=oaf&amp;L=2">http://nt.uni-paderborn.de/index.php?id=oaf&amp;L=2</a>  <b>Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectures using the blackboard and presentations,</li> <li>• Alternating theoretical and practical exercises classes with exercise sheets and computer and</li> <li>• Demonstration of real technical systems in the lecture hall.</li> </ul> <p><b>Teaching Material, Literature</b>                  Allocation of a script; information on textbooks; matlab scripts</p>
--

Reinforcement Learning						
Reinforcement Learning						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.92045	180	6	Sommersemester summer term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
<b>1</b>	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92045 Reinforcement Learning	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92045 Reinforcement Learning	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
<b>2</b>	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
Keine						
None						

<p>3</p>	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b></p> <p>Keine</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Reinforcement Learning:</i>  <b>Empfohlen:</b> Es wird empfohlen, gesicherte Grundlagenkenntnisse im Bereich der System- und Regelungstheorie vorweisen zu können. Idealerweise verfügen die Studierenden zudem über Kenntnisse im Bereich des (un-)überwachten maschinellen Lernens und der numerischen Optimierung. Darüber hinaus sind zumindest erste Erfahrungen im Umgang mit Python für die Bearbeitung der Übungsaufgaben von Vorteil.</p> <p>None</p> <p><i>Prerequisites of course Reinforcement Learning:</i>  <b>Recommended:</b> It is recommended to have a sound basic knowledge in the field of system and control theory. Ideally, the students have knowledge in the field of un-/supervised machine learning and numerical optimization. In addition, at least some experience with Python will be advantageous for the exercise and tutorial tasks.</p>
<p>4</p>	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Reinforcement Learning:</i>  Die Veranstaltung vermittelt die Grundlagen des bestärkenden Lernens (engl. reinforcement learning - RL) in einem ingenieurwissenschaftlichen Kontext. Das RL steht für eine Reihe von Methoden des maschinellen Lernens, bei denen ein Agent selbständig eine Strategie (engl. policy) erlernt, um erhaltene Belohnungen in der Interaktion mit einem (unbekannten) System zu maximieren. Dies kann beispielsweise ein Regelkreis sein, bei dem ein adaptiver Regler aus vorangegangenen Beobachtungen der Stell- und Messgrößen versucht, ein optimales Regelgesetz zu ermitteln, welches gewisse Gütekriterien bezüglich der Reglerperformanz maximiert. Bekannte Anwendungsfelder sind u.a. der Betrieb von autonomen Fahrzeugen sowie Industrierobotern oder auch das Auffinden optimaler Strategien im Kontext von Freizeitspielen.  Die Veranstaltung hat einen anwendungsbezogenen Fokus in den Ingenieurwissenschaften, richtet sich darüber hinaus fächerübergreifend auch an Studierende der Naturwissenschaften (z.B. Informatik, Mathematik). Neben der Vermittlung der methodischen Grundlagen innerhalb der Vorlesung wird großer Wert auf praktische Implementierungs- und Programmieraufgaben innerhalb der Übung gelegt.  Die Veranstaltung wird inhaltlich folgende Punkte aufgreifen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffliche Grundlagen und historische Einordnung</li> <li>• Markov-Entscheidungsprozesse</li> <li>• Dynamische Programmierung</li> <li>• Monte-Carlo Lernen</li> <li>• Temporal Difference Learning</li> <li>• Bootstrapping</li> <li>• Funktionsapproximation und tiefes Lernen</li> <li>• On- und Off-Policy Strategien</li> <li>• Policy Gradient Methoden</li> <li>• Trust Region Methoden</li> </ul>

*Contents of the course Reinforcement Learning:*

The course covers the basics of reinforcement learning (RL) in an engineering context. RL stands for a series of methods of machine learning in which an agent independently learns a strategy (policy) to maximize the rewards received during interaction with an (unknown) system. This can be, for example, a control loop in which an adaptive controller tries to determine an optimal control law from previous observations of the control and measurement variables, which maximizes certain benchmark criteria with regard to controller performance. Well-known fields of application include the operation of autonomous vehicles and industrial robots or the identification of optimal strategies in the context of leisure games.

The course has an application-oriented focus in the engineering sciences but is also designed for students of natural sciences (e.g. computer science, mathematics). In addition to teaching the methodological fundamentals within the lecture, great importance is attached to practical implementation and programming tasks during the exercise and tutorial hours.

The course will cover the following content:

- Conceptual basics and historical overview
- Markov decision processes
- Dynamic programming
- Monte Carlo learning
- Temporal difference learning
- Bootstrapping
- Function approximation and deep learning
- On- and Off-policy strategies
- Policy gradient methods
- Trust region methods

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

**Fachkompetenzen**

Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung befähigt

- grundlegende RL-Methoden zu differenzieren, anzuwenden und zu analysieren,
- können Unterschiede sowie Vor- und Nachteile des RLs gegenüber benachbarten Lösungsansätzen (z.B. modellprädiktive Regelung) benennen und erläutern,
- sich auf Basis der erlernten Methoden zur Analyse und Synthese von RL-Techniken in diesem Wissenschaftszweig selbständig weiterzubilden.

**Fachübergreifende Kompetenzen**

Die Studierenden

- können die erworbene Kenntnisse auf fachübergreifende Problemstellungen anwenden bzw. transferieren,
- haben programmierpraktische Erfahrungen gesammelt, welche sie domänenübergreifend nutzen können und
- sind in der Lage Methoden und Ergebnisse kritisch zu würdigen.

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Domain-specific competences</b> After attending the course, the students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• differentiate, apply and analyze RL methods,</li> <li>• name and explain differences as well as advantages and disadvantages of RL compared to neighboring approaches (e.g. model-predictive control),</li> <li>• educate themselves independently in this branch of science on the basis of the methods learned for the analysis and synthesis of RL techniques.</li> </ul> <p><b>Interdisciplinary competences</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can apply or transfer the acquired knowledge to interdisciplinary problems,</li> <li>• have gained practical experience in programming which they can use across domains and</li> <li>• are able to critically evaluate methods and results.</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)              <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)              <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">zu</th> <th style="width: 55%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)              <input type="checkbox"/> Module exam (MP)              <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">zu</th> <th style="width: 55%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 20%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Dr.-Ing. Oliver Wallscheid</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Reinforcement Learning:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="https://en.ei.uni-paderborn.de/rat">https://en.ei.uni-paderborn.de/rat</a> <a href="https://github.com">https://github.com</a> (Open-Source Kursmaterialien)</p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folienbasierte Vorlesung, welche ebenfalls als Skriptum dienen.</li> <li>• Präsenzübungen mit Übungsblättern (mit vielen Programmieraufgaben)</li> </ul> <p><b>Kernliteratur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Richard S. Sutton, Andrew G. Barto, „Reinforcement Learning“, 2. Ed., MIT Press, 2018</li> <li>• David Silver, „Reinforcement Learning“ (Skriptum), University College London, 2015</li> </ul> <p><i>Remarks of course Reinforcement Learning:</i>  <b>Course homepage</b>  <a href="https://en.ei.uni-paderborn.de/rat">https://en.ei.uni-paderborn.de/rat</a> <a href="https://github.com">https://github.com</a> (open-source course material)</p> <p><b>Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slide-based lecture, which also serves as lecture notes.</li> <li>• Presence exercises with tutorial sheets (with many programming tasks)</li> </ul> <p><b>Main literature</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Richard S. Sutton, Andrew G. Barto, „Reinforcement Learning“, 2. Ed., MIT Press, 2018</li> <li>• David Silver, „Reinforcement Learning“ (Skriptum), University College London, 2015</li> </ul>

<b>Robotics</b>			
Robotics			
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>
M.048.92012	180	6	Sommersemester summer term
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>
	1.-3. Semester	1	en

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a)	L.048.92012 Robotics	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
		<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact-time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
	a)	L.048.92012 Robotics	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>						
	Keine None						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Robotics:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Robotics:</i> None						
4	<b>Inhalte / Contents:</b>						
	<i>Inhalte der Lehrveranstaltung Robotics:</i> <b>Kurzbeschreibung</b> Die Lehrveranstaltung "Robotics" ist ein Basismodul im Katalog "Kognitive Systeme" des Masterstudiengangs Elektrotechnik und verwandter Studiengänge. Es ist der erste von zwei Kursen, die die relevanten Konzepte und Techniken auf dem Gebiet der Roboter manipulatoren und mobilen Roboter abdecken. Dieser Kurs konzentriert sich auf die Modellierung und Steuerung von Roboterarmen, während sein Folgekurs im Wintersemester (Advanced Topics in Robotics (L.048.23020 / L.048.92006) sich auf mobile Roboter konzentriert. Die Herausforderungen für die Entwicklung von autonomen intelligenten Systemen werden analysiert und aktuelle Lösungen vorgestellt. <b>Inhalte</b>						
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensoren, Effektoren, Aktoren</li> <li>• Homogene Koordinaten, allgemeine Transformationen, Denavit-Hartenberg-Parameter</li> <li>• Kinematik und Dynamik von Roboterarmen und mobilen Robotern</li> </ul>						
	Nach der Vorstellung der Methoden in der Vorlesung werden die Studierenden diese mit Matlab und Octave implementieren.						



*Contents of the course Robotics:*

**Short Description**

The course “Robotics” is a fundamental module in the catalog “Cognitive Systems” of the Electrical Engineering Master’s program and related degree programs. It is the first of two courses that cover the relevant concepts and techniques in the field of robot manipulators and mobile robots. This course concentrates on modeling and controlling robot arms, while its successor in the winter semester (Advanced Topics in Robotics (L.048.23020 / L.048.92006) focuses on mobile robots. The challenges for the development of autonomous intelligent systems will be analyzed and the current solutions will be presented.

**Contents**

- Sensors, effectors, actuators
- Homogenous coordinates, general transformations, Denavit-Hartenberg parameters
- Kinematics and dynamics of robot arms and mobile robots

After the presentation of methods in the lecture, the students will use Matlab and Octave to implement them.

**5 Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

**Fachkompetenz:**

Die Studierenden

- können grundlegende Methoden aus der Steuerungs- und Systemtheorie auf die Robotik übertragen und
- sind in der Lage, geeignete Methoden zur Modellierung sowie zur Planung und Steuerung der Bewegungen von Roboterarmen anzuwenden.

**Fachübergreifende Kompetenzen:**

Die Studierenden sind in der Lage, die Funktion und das Verhalten von Robotern und deren Einbindung in das soziale und wirtschaftliche Umfeld zu erkennen und zu bewerten und dabei auch ethische Aspekte zu berücksichtigen.

**Domain competence:**

The students

- know how to transfer basic methods from control and system theory to robotics and
- are able to apply adequate methods to model as well as plan and control the movements of robot arms.

**Key qualifications:**

The students are able to identify and evaluate the function and behavior of robots and their integration into the social and economic environment while also considering ethical aspects.

**6 Prüfungsleistung / Assessments:**

Modulabschlussprüfung (MAP)       Modulprüfung (MP)       Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)	<input type="checkbox"/> Module exam (MP)	<input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)
zu	<b>Type of examination</b>	<b>Duration or scope</b>	<b>Weighting for the module grade</b>
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr. Bärbel Mertsching		
13	<b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Robotics:</i> <b>Lehrveranstaltungsseite</b> [http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/robotik] <b>Lehrmaterialien</b> siehe PANDA ([https://panda.uni-paderborn.de]) <b>Literaturangaben (Auszug)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mertsching, Bärbel: Robotics (lecture notes)</li> <li>• McKerrow, Phillip J.: Introduction to Robotics. Addison-Wesley, 1991</li> <li>• Lynch, Kevin M. and Park, Frank C.: Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control. Cambridge University Press, 2017. ISBN-13 : 978-1107156302</li> </ul>		

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<p><i>Remarks of course Robotics:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/robotik">[http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/robotik]</a>  <b>Course Documents</b>          see PANDA (<a href="https://panda.uni-paderborn.de">[https://panda.uni-paderborn.de]</a>)  <b>References (excerpt)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mertsching, Bärbel: Robotics (lecture notes)</li> <li>• McKerrow, Phillip J.: Introduction to Robotics. Addison-Wesley, 1991</li> <li>• Lynch, Kevin M. and Park, Frank C.: Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control. Cambridge University Press, 2017. ISBN-13 : 978-1107156302</li> </ul>
---

Topics in Audio, Speech and Language Processing						
Topics in Audio, Speech and Language Processing						
<b>Modulnummer / Module number:</b>  M.048.92044	<b>Workload (h):</b>  180	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>  6	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>  Sommersemester summer term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>  1.-3. Semester	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>  1	<b>Sprache / Teaching Language:</b>  de			
<b>1</b>	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
	a) L.048.92044 Topics in Audio, Speech, and Language Processing	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
	a) L.048.92044 Topics in Audio, Speech, and Language Processing	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
<b>2</b>	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b></p> <p>Keine</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Topics in Audio, Speech, and Language Processing:</i></p> <p>Keine</p> <p>None</p> <p><i>Prerequisites of course Topics in Audio, Speech, and Language Processing:</i></p> <p>None</p>
4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Topics in Audio, Speech, and Language Processing:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Die Veranstaltung „Topics in Audio, Speech, and Language Processing“ behandelt aktuelle Themen aus dem Bereich der Audio- und Sprachverarbeitung. Dabei stehen Methoden der Signalverarbeitung, des maschinellen Lernens und deren Zusammenspiel im Vordergrund. Die Auswahl orientiert sich dabei an aktuellen Forschungsthemen und variiert von Jahr zu Jahr.</p> <p><b>Inhalt</b></p> <p>Beispiele für solche Themen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrkanalige Signalverarbeitung für Mikrofongruppen</li> <li>• Abtastratensynchronisation</li> <li>• Maschinelle Lernverfahren für die Sprachqualitätsverbesserung</li> <li>• Blinde Quellentrennung für Sprach- und Audiosignale</li> <li>• „Deep learning“ für die akustische und Sprachmodellierung in der automatischen Spracherkennung, etc.</li> <li>• Neuronale Architekturen für Spracherkennung, Sprachsynthese, maschinelles Übersetzen</li> <li>• Verarbeitung natürlicher Sprache</li> </ul> <p><i>Contents of the course Topics in Audio, Speech, and Language Processing:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>The course „Topics in Audio, Speech, and Language Processing“ highlights current research topics in audio, speech, and language processing. From the methodological side we will discuss signal processing and machine learning aspects, and in particular their interaction, which is typical for many real-world applications. The selection of topics may change from year to year.</p> <p><b>Contents</b></p> <p>Example topics are</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multi-channel signal processing for microphone arrays</li> <li>• Sampling rate synchronisation</li> <li>• Machine learning for speech enhancement</li> <li>• Blind source separation for speech and audio</li> <li>• „Deep learning“ for acoustic and language modeling in automatic speech recognition</li> <li>• Neural architectures for speech recognition, speech synthesis, machine translation, etc.</li> <li>• Natural language processing</li> </ul>

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Bei erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung können Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Herausforderungen und realisierten Lösungen moderner Systeme für die Sprach- und Audioverarbeitung verstehen</li> <li>• Die spezifischen Eigenschaften von Sprach- und Audiosignalen und von Texten erkennen und sie bei der Entwicklung geeigneter Signalverarbeitungs- und maschineller Lernverfahren berücksichtigen</li> <li>• Den Spannungsbereich zwischen Leistungsfähigkeit, Komplexität und Latenz von Sprachverarbeitungsalgorithmen erkennen und geeignete Kompromisse finden</li> <li>• Die kennengelernten Verfahren zur Signalverarbeitung und maschinellen Lernen auch auf andere Problemstellungen der Sprach- und Audioverarbeitung und darüber hinaus übertragen</li> <li>• Aktuelle Veröffentlichungen aus den Bereichen Audio- und Sprachverarbeitung verstehen und deren Beitrag zu dem Forschungsgebiet einordnen</li> </ul> <p>After completion of the course the students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Can assess the challenges and realized solutions of modern speech and audio processing systems</li> <li>• Know the specific properties of speech, audio and language and know how those are exploited in specific signal processing and machine learning algorithms</li> <li>• Understand the interplay of algorithmic performance, complexity and latency and identify appropriate operating points</li> <li>• Apply the learnt signal processing and machine learning algorithms to other tasks in speech and audio processing, and beyond</li> <li>• Understand current scientific literature in the field of audio, speech, and language processing and assess their importance for the field</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1361 1422 1572"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1637 1422 1848"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Type of examination</th> <th>Duration or scope</th> <th>Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine</p>																

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	none
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Topics in Audio, Speech, and Language Processing:</i></p>

**Topics in Pattern Recognition and Machine Learning**

Topics in Pattern Recognition and Machine Learning

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.92030	180	6	Wintersemester winter term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92030 Topics in Pattern Recognition and Machine Learning	2V 2Ü, WS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92030 Topics in Pattern Recognition and Machine Learning	2L 2Ex, WS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:</i> <b>Empfohlen:</b> Vorkenntnisse aus dem Modul Statistische Signale. Wünschenswert, aber nicht notwendig sind Kenntnisse aus dem Modul Statistische Lernverfahren und Mustererkennung None <i>Prerequisites of course Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:</i> <b>Recommended:</b> Elementary knowledge in Probability Theory, as is taught in the module Statistical Signal Processing. Desirable, but not mandatory: knowledge in the field of statistical and machine learning; basic programming skills					

4

**Inhalte / Contents:**

*Inhalte der Lehrveranstaltung Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:*

**Kurzbeschreibung**

In der Veranstaltung Topics in Pattern Recognition and Machine Learning werden zunächst die Grundkonzepte der Mustererkennung und des maschinellen Lernens kurz zusammengefasst. Anschließend werden ausgewählte Themen behandelt. Die Auswahl orientiert sich dabei an aktuellen Forschungsthemen und variiert von Jahr zu Jahr. Beispiele für solche Themen sind

- Schätzung von Modellen mit verborgenen Variablen, um eine in den Daten vermutete zugrundeliegende innere Struktur zu entdecken
- Bias-Varianz Dilemma und Abtausch von Detailgenauigkeit der Modelle und Generalisierungsfähigkeit
- Grafische Modelle
- Sequentielle Daten und hidden Markov Modelle
- Entscheidungsbäume, Modellkombination
- Spezielle Klassifikationsaufgaben (z.B. automatische Spracherkennung) Während der erste Teil der Veranstaltung aus dem üblichen Vorlesungs-/Übungsschema besteht, werden die Studenten im zweiten Teil aktuelle Veröffentlichungen lesen, analysieren und präsentieren. Dies kann häufig auch die Realisierung von Algorithmen in Software umfassen.

**Inhalt**

- Grundlagen der statistischen Mustererkennung: Bayes'sche Regel, Lernen von Verteilungsdichten, lineare Modelle für Klassifikation und Regression, Kernelmethoden
- EM-Algorithmus für Maximum-Likelihood und Bayes'sche Schätzung
- Modelle mit diskreten und kontinuierlichen verborgenen Variablen: GMM, NMF
- Bias-Varianz Dilemma und Modellwahl
- Grafische Modelle
- Hidden Markov Modelle
- Entscheidungsbäume, Modellkombination
- Anwendungen in der Sprachverarbeitung
- Aktuelle Veröffentlichungen aus Mustererkennung und maschinellem Lernen



*Contents of the course Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:*

**Short Description**

The course on Topics in Pattern Recognition and Machine Learning first briefly summarizes the main concepts of statistical pattern recognition and machine learning. Next selected topics will be presented in detail. The choice of topics depends on current research activities and thus may change over time. Examples of such topics to be studied in detail include

- Deep Learning
  - Model estimation in the presence of hidden variables, in order to reveal suspected latent structure buried in the data
  - Bias-Variance dilemma and the tradeoff between degree of detail and generalizability of models
  - Graphical models
  - Sequential data and hidden Markov models
  - Decision trees, model combination
  - Specific classification tasks, such as automatic speech recognition
- While the first part of the course will follow a regular lecture format, the second part will include active student participation. Students will be asked to read, analyze and present recently published papers from the pattern recognition and machine learning literature. This will often also include the implementation of proposed algorithms in Matlab.

**Contents**

- Fundamentals of statistical pattern recognition: Bayes rule, learning of class-conditional densities, linear models for classification and regression
- Deep neural networks: MLP, CNN, RNN and others
- EM Algorithm and extensions thereof
- Models with discrete or continuous latent variables; GMM, NMF
- Bias-Variance dilemma and model selection
- Graphical models
- Hidden Markov models and their application in speech recognition
- Decision trees, model combination
- Recent publications in pattern recognition and machine learning

5

**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

**Fachkompetenz:**

Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,

- Für ein vorgegebenes Mustererkennungsproblem einen geeigneten Klassifikator auszuwählen und zu trainieren
- Für ein gegebenes Regressionsproblem einen geeigneten Ansatz auswählen und die Parameter auf Trainingsdaten zu erlernen
- Nach in Daten verborgener Struktur mit Methoden des maschinellen Lernens zu suchen
- Eine geeignete Wahl für ein Modell treffen, welches einen guten Kompromiss zwischen Detailgrad und Verallgemeinerungsfähigkeit darstellt
- Aktuelle Veröffentlichungen aus dem Bereich der Mustererkennung und des maschinellen Lernens zu verstehen, zu analysieren und zu bewerten

**Fachübergreifende Kompetenzen:**

Die Studierenden

- Haben ein Verständnis für die Bedeutung der Wahl der Modellordnung auf die Güte der Klassifikation und Regression
- Haben ein Verständnis dafür, dass man bei der Suche nach verborgenen Variablen von a priori Annahmen ausgeht, die das Ergebnis stark beeinflussen können
- Sind in der Lage, sich eigenständig in den Stand der Forschung in Teilgebieten der Mustererkennung und maschinellen Lernens durch Literaturrecherche und –studium einzuarbeiten
- Können Veröffentlichungen aus diesem Bereich in einen größeren Kontext einordnen
- Können die in diesem Kurse gewonnenen Kenntnisse und Fertigkeiten auf andere Disziplinen übertragen

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Domain competence:</b> After completion of the course students will be able to * Choose an appropriate classifier for a given classification problem and be able to learn the parameters of the classifier from training data</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Choose an appropriate regression method for function approximation and learn its parameters from training data</li> <li>• Search for latent variables and structure in given data</li> <li>• Make an informative choice for the model order to find a good compromise between degree of detail and generalizability</li> <li>• Comprehend and analyze recent publications from the field of pattern recognition and machine learning</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Have gathered an understanding of the importance of the chosen model order on the outcome of classification and regression tasks</li> <li>• Are aware of the impact of a priori assumptions on the result of latent variable and structure discovery in data</li> <li>• Are able to autonomously gain expertise in a certain field of pattern recognition by conducting a literature survey</li> <li>• Can gauge the importance of a given publication for the state of the art in a field</li> <li>• Are able to apply the knowledge and skills learnt in this course to a wide range of disciplines</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP) </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td style="text-align: center;">120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP) </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td style="text-align: center;">120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>																

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://nt.uni-paderborn.de/en/teaching/topics-in-pattern-recognition-and-machine-learning/">http://nt.uni-paderborn.de/en/teaching/topics-in-pattern-recognition-and-machine-learning/</a>  <b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation</li> <li>• Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner</li> <li>• Anleitung, wie aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen zu analysieren sind und anschließend eigenständige Einarbeitung in Fachliteratur durch die Studierenden</li> <li>• Präsentation von aktuellen Veröffentlichungen durch die Studierenden</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R.O. Duda, P.E. Hart, D.G.~ Stork, Pattern Classification, Wiley, 2001</li> <li>• K. Fukunaga, Introduction to Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1990</li> <li>• C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006</li> </ul> <p><i>Remarks of course Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="https://ei.uni-paderborn.de/en/nt/teaching/veranstaltungen/topics-in-pattern-recognition-and-maschine-learning">https://ei.uni-paderborn.de/en/nt/teaching/veranstaltungen/topics-in-pattern-recognition-and-maschine-learning</a>  <b>Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectures predominantly using the blackboard or overhead projector, occasional presentations of (powerpoint) slides ,</li> <li>• Exercise classes with exercise sheets and demonstrations on computer</li> <li>• Instructions how to read and analyze scientific publications in this field Autonomous analysis of publications and presentation of results and gained insight</li> </ul> <p><b>Teaching Material, Literature</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R.O. Duda, P.E. Hart, D.G.~ Stork, Pattern Classification, Wiley, 2001</li> <li>• I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press, 2016</li> <li>• C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006</li> </ul>

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Topics in Signal Processing						
Topics in Signal Processing						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>		<b>Turnus / Regular Cycle:</b>		
M.048.92014	180	6		Wintersemester winter term		
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>		<b>Sprache / Teaching Language:</b>		
	1.-3. Semester	1		en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92014 Topics in Signal Processing	2V 2Ü, WS	60	12	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92014 Topics in Signal Processing	2L 2Ex, WS	60	12	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Topics in Signal Processing:</i> <b>Empfohlen:</b> Signal- und Systemtheorie, mindestens Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und linearen Algebra None <i>Prerequisites of course Topics in Signal Processing:</i> <b>Recommended:</b> Signal and system theory, at least a basic understanding of probability and linear algebra					

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Topics in Signal Processing:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b>                  Diese Veranstaltung behandelt eine Auswahl von aktuellen Themen in der Signalverarbeitung. Ein Teil der Veranstaltung besteht aus regulären Vorlesungen, wohingegen der andere aktive Mitarbeit von Studenten voraussetzt.</p> <p><b>Inhalt</b>                  Zunächst werden in diesem Kurs relevante Aspekte aus der linearen Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie wiederholt. Danach werden Studenten angeleitet, aktuelle Veröffentlichungen aus der Signalverarbeitungsliteratur zu lesen, zu analysieren und dann auch zu präsentieren.</p> <p><i>Contents of the course Topics in Signal Processing:</i></p> <p><b>Short Description</b>                  This course covers a selection of current topics in signal processing. One part of this course will follow a regular lecture format, while the other part will require active student participation.</p> <p><b>Contents</b>                  This course will first review relevant aspects of linear algebra and probability theory. Then students will learn how to read, analyze, and present recent papers from the signal processing literature.</p>																
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p>In dieser Veranstaltung werden Studenten mit aktuellen Forschungsthemen in der Signalverarbeitung vertraut gemacht. Studenten lernen, wissenschaftliche Veröffentlichungen zu verstehen und kritisch zu bewerten. Studenten werden das Vertrauen entwickeln, mathematische Probleme in Analyse und Design lösen zu können. Die in dieser Veranstaltung gelernten Prinzipien können auf andere Gebiete angewandt werden.</p> <p>In this course, students will familiarize themselves with some current research topics in signal processing. They will learn to read and understand scientific publications and to critically evaluate results. Students will develop confidence in their ability to solve mathematical problems of analysis and design. They will be able to apply the principles they have learnt in this course to other areas.</p>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)                      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)                      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)             </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td style="text-align: center;">120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)                      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)                      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)             </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Type of examination</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Duration or scope</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td style="text-align: center;">120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine</p>																

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	none
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr. Peter Schreier</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Topics in Signal Processing:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://sst.uni-paderborn.de/teaching/courses/">http://sst.uni-paderborn.de/teaching/courses/</a>  <b>Methodische Umsetzung</b>          Vorlesung und Übung mit aktiver Beteiligung der Studenten, Präsentationen von Studenten  <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>          Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben.</p> <p><i>Remarks of course Topics in Signal Processing:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://sst.upb.de">http://sst.upb.de</a>  <b>Implementation</b>          Lectures and tutorials with active student participation, student presentations  <b>Teaching Material, Literature</b>          References will be given in the first lecture.</p>

Wireless Communications			
Wireless Communications			
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:
M.048.92035	180	6	Sommersemester summer term

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<b>Studiensemester / Semester number:</b> 2.-4. Semester	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b> 1	<b>Sprache / Teaching Language:</b> de			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
a)	L.048.92035 Wireless Communications	2V 2Ü, SS	60	120	WP	
	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact-time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92035 Wireless Communications	2L 2Ex, SS	60	120	CE	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b> Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b> Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Wireless Communications:</i> <b>Empfohlen:</b> Wünschenswert sind Grundkenntnisse in digitalen Kommunikationssystemen, wie sie beispielsweise in der Veranstaltung Nachrichtentechnik vermittelt werden. None <i>Prerequisites of course Wireless Communications:</i> <b>Recommended:</b> Some basic knowledge in digital communication systems.					



4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Wireless Communications:</i> Die Veranstaltung vermittelt den Studierenden einen Einblick in die Techniken zur zuverlässigen Kommunikation über zeit- und/oder frequenzselektive Funkkanäle. Dazu wird zunächst die physikalische und statistische Modellierung des Funkkanals dargestellt, die die Grundlage zum Verständnis der an diese Kanalbedingungen angepassten Übertragungsverfahren bildet. Anschließend werden die wichtigsten Übertragungs- und Empfangsprinzipien vorgestellt, insbesondere die verschiedenen Diversitätsverfahren:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zeitdiversität: Maximum Ratio Combiner, Fehlerratenberechnung für kohärenten und inkohärenten Empfang, Verschachtelung</li><li>• Antennendiversität: SIMO, MISO und MIMO-Techniken</li><li>• Frequenzdiversität für frequenzselektive Kanäle: Einträgerverfahren mit Sequenzdetektion, Bandspreizverfahren, Mehrträgerübertragung</li></ul> <p>Dabei wird Wert gelegt auf eine anschauliche Herleitung der Empfängerprinzipien als Operationen in einem linearen Vektorraum. Außerdem wird ein Einblick in aktuelle zelluläre Funkkommunikationssysteme gegeben.</p> <p>Inhaltsverzeichnis</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pulsamplitudenmodulation und orthogonale Multipulsmodulation</li><li>• Optimaler Empfänger</li><li>• Kanalmodelle für den Mobilfunk</li><li>• Behandlung von Intersymbolinterferenzen</li><li>• Fehlerrate auf nichtfrequenzselektivem Rayleighkanal</li><li>• Zeit-, Raum- und Frequenzdiversität</li><li>• Kanalcodierung</li><li>• Aktuelle zelluläre Mobilfunksysteme</li></ul> <p><i>Contents of the course Wireless Communications:</i> Wireless Communications presents an introduction into the fundamentals and practical systems in the field of wireless communications. Based on a thorough description of the characteristics of a wireless communication channel the principle approaches to reliable communication over frequency-nonselctive and frequency selective channels are presented, such as time diversity, space diversity (including MIMO) and frequency diversity. Practical cellular systems will also be described.</p> <p>Table of contents</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pulse amplitude modulation and orthogonal multi-pulse modulation</li><li>• Optimal detection</li><li>• Channel models for mobile radio</li><li>• Treatment of intersymbol interference</li><li>• Error rate on frequency nonselective Rayleigh Fading channel</li><li>• Diversity schemes: time, space, and frequency diversity</li><li>• Channel coding</li><li>• Cellular systems</li></ul>
---	--

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

**Fachkompetenz:**

Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,

- Für eine gegebene physikalische Beschreibung eines Funkkanals ein zeitdiskretes statistisches Modell herzuleiten
- Die im Physical Layer verwendeten Techniken und Algorithmen der Funkkommunikation zu erklären
- Die grundlegenden Entwurfsentscheidungen für eine zuverlässige Kommunikation über zeitvariante frequenzselektive und nichtfrequenzselektive Funkkanäle zu verstehen
- Die in modernen zellulären Funkkommunikationssystemen genutzten Techniken für eine zuverlässige Kommunikation zu erkennen und deren Bedeutung einzuordnen
- Die Vor- und Nachteile verschiedener Übertragungsverfahren bzgl. Bandbreite-, Leistungseffizienz und Kanalausnutzung gegenüberzustellen
- Geeignete Übertragungsverfahren für vorgegebene Randbedingungen auszuwählen und zu entwerfen
- einfache Kommunikationssystem unter Nutzung moderner Programmsysteme (Python) zu simulieren und zu analysieren

**Fachübergreifende Kompetenzen:**

Die Studierenden

- Können das Konzept linearer Vektorräume über das Thema dieser Vorlesung hinaus auf andere Bereiche der digitalen Signalverarbeitung anwenden
- Können die in diesem Kurse gewonnenen Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich der Datengenerierung, Simulation und Analyse von Signalverarbeitungseinheiten mittels moderner Programmiersysteme auf andere Disziplinen übertragen
- Können in einer Gruppe umfangreichere Aufgabenstellungen gemeinsam analysieren, in Teilaufgaben zerlegen und lösungsorientiert bearbeiten

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

		<b>Domain competence:</b>	<p>After completion of the course students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Develop a discrete-time statistical channel model for a given physical description of a wireless communication channel</li> <li>• Explain the techniques and algorithms used in the Physical Layer of a wireless communication system</li> <li>• Understand the fundamental design options and decisions taken to realize reliable communication over time variant and frequency selective or nonselective fading channel</li> <li>• Appreciate and categorize the techniques used in modern cellular communication systems to realize reliable communication</li> <li>• Trade off the advantages and disadvantages of different transmission techniques with respect to bandwidth and power efficiency as well as number of users to be served</li> <li>• Select and design an appropriate transmission technique for a wireless channel</li> <li>• Simulate and analyze simple communication systems using modern software tools</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b></p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Can transfer and apply the concept of linear vector spaces to signal processing tasks other than for wireless communications</li> <li>• Can apply the skills about the generation of data, simulation of systems and analysis of experimental results using modern software tools, that have been acquired in this course, to other disciplines</li> <li>• Can work cooperatively in a team and subdivide an overall task into manageable subtasks and work packages</li> </ul>		
6		<b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>	
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	
			<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)		
	zu	<b>Type of examination</b>	<b>Duration or scope</b>	<b>Weighting for the module grade</b>	
	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%	
7		<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b>	keine none		
8		<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b>	Keine		

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	None
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Wireless Communications:</i></p> <p>Website: <a href="https://ei.uni-paderborn.de/en/nt/teaching/veranstaltungen/wireless-communications">https://ei.uni-paderborn.de/en/nt/teaching/veranstaltungen/wireless-communications</a></p> <p>Bereitstellung eines ausführlichen Skripts und stichwortartiger Zusammenfassungsfolien für jede Vorlesung. Bereitstellung vorgefertigter Vorlesungsfolien. Lösungen der Übungsaufgaben und Beispielimplementierungen von Algorithmen werden zur Verfügung gestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Häb-Umbach, Reinhold: Wireless Communications (Lecture notes)</li> <li>• D. Tse: Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2006</li> <li>• K.D. Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner, 2004</li> <li>• P. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, Springer/Vieweg 2013</li> </ul>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

*Remarks of course Wireless Communications:*

Website: <https://ei.uni-paderborn.de/en/nt/teaching/veranstaltungen/wireless-communications>

Course script and summary slides are provided to the students. Exercises and solutions to exercises, as well as sample implementations of algorithms are provided to the students

- Hüb-Umbach, Reinhold: Wireless Communications (Lecture notes)
- D. Tse: Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2006
- K.D. Kammeyer: Nachrichtenuübertragung, Teubner, 2004
- P. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, Springer/Vieweg 2013

## 2.5 Spezialisierung / Specialization-Specific: Electronics and Devices

### 2.5.1 Modulgruppe / Module Group: Introduction to Electronics and Devices

Die Module dieser Gruppe sind für alle MS-ESE-Studierenden, die die Spezialisierung Elektronik und Devices (E&D) wählen, obligatorisch. / The modules of this group are compulsory to all MS-ESE students choosing the specialization Electronics and Devices (E&D).

Modulgruppe / Module Group	Introduction to Electronics and Devices
Module / Modules	* Circuit and Systems Design * Fields & Waves
Lernziele / Teaching objectives	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse in der theoretischen Elektrotechnik und der Auslegung von elektrischen Systemen einschließlich ihrer Komponenten. The students will acquire fundamental knowledge in theoretical electrical engineering and the design of electrical systems including their components.

#### **Circuit and Systems Design**

Circuit and Systems Design

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.90100	180	6	Wintersemester winter term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.90100 Circuit and Systems Design	2V 2Ü, WS	60	120	P	50
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.90100 Circuit and Systems Design	2L 2Ex, WS	60	120	C	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine					
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Circuit and Systems Design:</i>					
	<b>Empfohlen:</b>					
	Gute Kenntnisse in Differentialgleichungen, Laplace-Transformation, Fourier-Transformation, Analyse elektrischer Netze (Kirchhoffsche Gesetze, Norton-Äquivalent, Thevenin-Äquivalent, Übertragungsfunktionen, Bode-Diagramm usw.), Physik der Halbleiterbauelemente (Banddiagramm, Leitungsmechanismen in Halbleitern, Minoritäts- und Majoritätsladungsträger, Physik des pn-Übergangs, Physik der MOS-Kapazität), Physik von Halbleiterbauelementen (Banddiagramm, Leitungsmechanismen in Halbleitern, Minoritäts- und Majoritätsladungsträger, n-Typ-, p-Typ-Halbleiter, Physik des pn-Übergangs, Physik der MOS-Kapazität), Halbleiterbauelemente (physikalische Funktionsweise und Bauelementgleichungen von pn-Diode, MOS-Transistor und bipolarem Transistor), grundlegende Kenntnisse der Digitaltechnik (boolesche Algebra, Wahrheitstabellen, kombinatorische Logik)					

	<p>None</p> <p><i>Prerequisites of course Circuit and Systems Design:</i></p> <p><b>Recommended:</b></p> <p>Good knowledge in differential equations, Laplace transform, Fourier transform, electrical network analysis (Kirchhoff's laws, Norton equivalent, Thevenin equivalent, transfer functions, Bode diagram etc.), semiconductor device physics (band diagram, conduction mechanisms in semiconductors, minority and majority charge carriers, n-type, p-type semiconductor, physics of pn junction, physics of MOS capacitance), semiconductor devices (physical operation and device equations of pn-diode, MOS transistor, and bipolar transistor), basic digital design (boolean algebra, truth tables, combinational logic)</p>
4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Circuit and Systems Design:</i></p> <p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Analyse und den Entwurf von analogen und digitalen Schaltungen und Systemen. Sie baut auf den Grundkenntnissen der elektronischen Bauelemente (Bachelor-Niveau) und den Pflichtvorlesungen "Fortgeschrittene Systemtheorie" und "Modellierung und Simulation" auf. Die Vorlesung stellt einen modernen Ansatz zur Analyse und zum Entwurf elektronischer Schaltungen und Systeme vor, der mathematische Analyse und Schaltungssimulation kombiniert.</p> <p><b>Inhalte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare Großsignalmodellierung von pn-Diode, Bipolar Junction Transistor (BJT) und MOS-Transistor</li> <li>• Nichtlineare Großsignalanalyse von Schaltungen mit Dioden, BJTs und MOS-Transistoren</li> <li>• Lineare Modellierung und Ein-/Zwei-Tor-Darstellung von Dioden, Transistoren und Verstärkern</li> <li>• Lineare Kleinsignalanalyse von BJT- und MOS-Transistor-Verstärkern</li> <li>• Analyse von Einzeltransistorverstärkern</li> <li>• Analyse von Differenzialverstärkern</li> <li>• Modellierung und Analyse von Operationsverstärkerschaltungen</li> <li>• CMOS-Logik</li> <li>• Analyse und Entwurf von kombinatorischen Logikschaltungen</li> <li>• Analyse und Entwurf von sequentiellen Logikschaltungen</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul>

*Contents of the course Circuit and Systems Design:*

**Short Description**

The lecture gives an introduction to analysis and design of analog and digital circuits and systems. It builds on basic knowledge of electron devices (bachelor-level) and the compulsory lectures “Advanced System Theory” and “Modeling and Simulation”. The lecture presents a modern approach for analysis and design of electronic circuits and system which combines mathematical analysis and circuit simulation.

**Contents**

- Nonlinear, large-signal modeling of pn diode, bipolar junction transistor (BJT), and MOS transistor
- Nonlinear, large-signal analysis of circuits with diodes, BJTs, MOS transistors
- Linear modeling and one-/two-port representations of diodes, transistors, and amplifiers
- Linear small-signal analysis of BJT and MOS transistor amplifiers
- Single-transistor amplifier analysis
- Differential amplifier analysis
- Modeling and analysis of operational amplifier circuits
- CMOS logic
- Analysis and design of combinational logic circuits
- Analysis and design of sequential logic circuits
- Application examples

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

**Fachliche Kompetenz:**

Die Studierenden sind in der Lage

- geeignete Methoden zur Analyse und zum Entwurf von analogen Systemen zu beschreiben
- geeignete Methoden für die Analyse und den Entwurf digitaler Systeme zu beschreiben
- die Grenzen der verschiedenen Methoden zu beurteilen
- das Verhalten von einfachen analogen und digitalen Schaltungen zu verstehen und zu berechnen
- ein numerisches Simulationswerkzeug (SPICE) für elektronische Systeme und Schaltungssimulationen anzuwenden
- typische Komponenten und Subsysteme beschreiben

**Schlüsselqualifikationen:**

Die Vorlesung vermittelt ein Verständnis für das Zusammenspiel verschiedener Modellierungstechniken, mathematischer Analyseansätze und numerischer Simulation sowie deren effektive Anwendung für den Entwurf elektronischer Systeme. Die Methoden für den analogen Elektrotechnikentwurf sind übertragbar auf den Entwurf zeit- und amplitudenkontinuierlicher Systeme. Die Methoden für den digitalen Entwurf sind übertragbar auf den Entwurf zeit- und amplitudendiskreter Systeme.



## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<b>Domain competence:</b>	<p>The students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe appropriate methods for analysis and design of analog systems</li> <li>• describe appropriate methods for analysis and design of digital systems</li> <li>• assess the limitations of the different methods</li> <li>• understand and calculate the behaviour of simple analog and digital circuits</li> <li>• use a numeric simulation tool for electronic systems and circuit simulation</li> <li>• describe typical components and subsystems</li> </ul>			
	<b>Key qualifications:</b>	<p>The lecture conveys an understanding of the interaction of different modeling techniques, mathematical analysis approaches, and numerical simulation, as well as how to apply these effectively to the design of electronic systems. The methods for analog electronic design are transferrable to the design of continuous-time, continuous-amplitude systems. The methods for digital design are transferrable to the design of discrete-time, discrete-amplitude systems.</p>			
6	<b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
		<b>zu</b>	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
		a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%
		<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)			
		<b>zu</b>	<b>Type of examination</b>	<b>Duration or scope</b>	<b>Weighting for the module grade</b>
		a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b>	<p>keine none</p>			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b>	<p>Keine None</p>			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b>	<p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b>	<p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>			

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr.-Ing. J. Christoph Scheytt</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Circuit and Systems Design:</i>  <b>Lehrveranstaltungs-Homepage</b>  <a href="https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/circuit-and-system-design/">https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/circuit-and-system-design/</a></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Powerpoint-Präsentation und händischen mathematischen Ableitungen über Tablet und Beamer</li> <li>• Ein Teil der Übungen als handschriftliche Rechenaufgaben mit Tablet und Beamer</li> <li>• Der zweite Teil der Übungen als praktische Entwurfsaufgaben unter Verwendung der LTspice-Simulation</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Vorlesungsfolien und Videos; Übungsfolien. Zusätzliche Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Richard C. Jaeger, Travis N. Blalock, "Microelectronic Circuit Design", McGraw Hill, 4th edition, 2010</li> <li>• Neil H. E. Weste, David Money Harris, "CMOS VLSI Design", Addison Wesley, 4th edition, 2010</li> </ul> <p><i>Remarks of course Circuit and Systems Design:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/circuit-and-system-design/">https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/circuit-and-system-design/</a></p> <p><b>Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture with Powerpoint presentation and handwritten mathematical derivations using tablet and beamer</li> <li>• One part of the exercises as handwritten calculation exercises using tablet and beamer</li> <li>• Other part of exercises as practical design tasks using using LTspice simulation</li> </ul> <p><b>Teaching Material, Literature</b> Lecture slides and videos; Exercise slides. Additional literature references will be given in the first lecture</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Richard C. Jaeger, Travis N. Blalock, "Microelectronic Circuit Design", McGraw Hill, 4th edition, 2010</li> <li>• Neil H. E. Weste, David Money Harris, "CMOS VLSI Design", Addison Wesley, 4th edition, 2010</li> </ul>

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Fields & Waves						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>		<b>Turnus / Regular Cycle:</b>		
M.048.90101	180	6		Sommersemester summer term		
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>		<b>Sprache / Teaching Language:</b>		
	2. Semester	1		en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.90101 Fields & Waves	2V 2Ü, SS	60	120	P	50
	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.90101 Fields & Waves	2L 2Ex, SS	60	120	C	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fields &amp; Waves:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Fields &amp; Waves:</i> None					

<p>4</p>	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Fields &amp; Waves:</i></p> <p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung der Grundlagen (Maxwellsche Gleichungen, konstitutive Beziehungen, Kontinuitätsbedingungen, Energie),</li> <li>• die Wellengleichung und ihre Lösungen (ebene Wellen, optische Polarisation, Dämpfung, stehende Wellen),</li> <li>• Dispersion (Phasen- und Gruppengeschwindigkeit, Gruppengeschwindigkeitsdispersion),</li> <li>• Grenzflächen (Fresnelsche Formeln für normalen und schrägen Einfall, Snellsches Gesetz, Transfermatrixmethode),</li> <li>• Wellenleiter (Modenklassifikation, Hohlwellenleiter, dielektrische Wellenleiter und optische Fasern, Leitungstheorie, S-Parameter),</li> <li>• Abstrahlung von Wellen.</li> </ul> <p><i>Contents of the course Fields &amp; Waves:</i></p> <p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recapitulation of Basics (Maxwell's equations, constitutive relations, continuity conditions, energy),</li> <li>• the wave equation and its solutions (plane waves, optical polarization, attenuation, standing waves),</li> <li>• dispersion (phase and group velocity, group velocity dispersion),</li> <li>• interfaces (Fresnel formulas for normal and oblique incidence, Snell's law, transfer matrix method),</li> <li>• waveguides (Mode classification, hollow waveguides, dielectric waveguides and optical fibers, transmission line theory, S-parameters),</li> <li>• radiation of waves.</li> </ul>
<p>5</p>	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachliche Kompetenz:</b> Nach dem Besuch des Kurses sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zeitharmonische elektromagnetische Felder mathematisch zu modellieren</li> <li>• geeignete analytische Methoden zu identifizieren und anzuwenden</li> <li>• die erhaltenen Ergebnisse physikalisch zu interpretieren und zu visualisieren</li> <li>• theoretische Modelle für elektromagnetische Feldprobleme zu erweitern, zu entwickeln und zu validieren</li> </ul> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen, die erworbenen Fähigkeiten auch auf andere Disziplinen zu übertragen</li> <li>• erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie die Präsentationsfähigkeiten im Rahmen der Lösung der Übungsaufgaben</li> <li>• erlernen Strategien zur Wissensbeschaffung aus Literatur und Internet</li> <li>• erwerben eine fachspezifische Fremdsprachenkompetenz</li> </ul>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Domain competence:</b> After attending the course, the students will be able</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to mathematically model time harmonic electromagnetic field problems</li> <li>• to identify and apply appropriate analytical methods</li> <li>• to physically interpret and visualise the obtained results</li> <li>• to extend, develop and validate theoretical models for electromagnetic field problems</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn to transfer the acquired skills also to other disciplines</li> <li>• extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises</li> <li>• learn strategies to acquire knowledge from literature and internet</li> <li>• acquire a specialised foreign language competence</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>																

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr. Jens Förstner
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Fields &amp; Waves:</i></p> <p><b>Kurs-Homepage</b> <a href="http://tet.upb.de">http://tet.upb.de</a></p> <p><b>Implementierung</b> Die theoretischen Konzepte werden in Form von Vorlesungen vermittelt. Die Übungen bestehen aus einfachen Diskussionsfragen sowie klassischen Feldproblemen mit mathematischen Lösungen, die von den Studierenden selbstständig gelöst werden sollen.</p> <p><b>Lehrmittel, Literatur</b> Folien und Vorlesungsskripte, zusätzliche Empfehlungen für Lehrbücher werden in der Vorlesung gegeben.</p> <p><i>Remarks of course Fields &amp; Waves:</i></p> <p><b>Course Homepage</b> <a href="http://tet.upb.de">http://tet.upb.de</a></p> <p><b>Implementation</b> The theoretical concepts are taught in lecture form. The exercises consist of simple questions to be discussed as well as classical field problems with mathematical solutions which are to be solved by the students in self-contained manner.</p> <p><b>Teaching Material, Literature</b> Slides and lecture notes, additional recommendations for textbooks will be given in the course.</p>

### 2.5.2 Modulgruppe / Module Group: Electronics and Devices

Die Modulgruppe enthält ein breites Angebot an Modulen, aus denen die Studierenden zwei Module wählen können. / The module group contains a wide selection of modules from which the students can choose two modules.

Modulgruppe / Module Group	Electronics and Devices
Module / Modules	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Advanced VLSI Design</li> <li>* Analog CMOS ICs</li> <li>* Controlled AC Drives</li> <li>* Energy Transition</li> <li>* Fast Integrated Circuits for Wireline Communications</li> <li>* High-Frequency Electronics</li> <li>* Integrated Circuits for Wireless Communications</li> </ul>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Modulgruppe / Module Group	Electronics and Devices
Lernziele / Teaching objectives	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Micro-Electromechanical Systems</li> <li>* Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method</li> <li>* Optical Communication A</li> <li>* Optical Communication B</li> <li>* Optical Communication C</li> <li>* Optical Communication D</li> <li>* Optical Waveguide Theory</li> <li>* Power Electronics</li> <li>* Processing of Semiconductor Devices</li> <li>* Radio Frequency Power Amplifiers</li> <li>* Sensor Technology</li> <li>* Solar Electric Energy Systems</li> <li>* VLSI Testing</li> </ul> <p>Die Studierenden wählen zwei Module entsprechend ihren Interessen in der gewählten Spezialisierung, um Fachwissen in bestimmten Themen zu erwerben.</p> <p>The students select two modules according to their interests in the chosen specialization to acquire expertise in certain topics.</p>

<b>Advanced VLSI Design</b>			
Advanced VLSI Design			
<b>Modulnummer / Module number:</b>  M.048.92043	<b>Workload (h):</b>  180	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>  6	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>  Sommersemester summer term
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>  1.-3. Semester	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>  1	<b>Sprache / Teaching Language:</b>  en

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a)	L.048.92043 Advanced VLSI Design	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
		<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact-time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
	a)	L.048.92043 Advanced VLSI Design	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>						
	Keine None						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced VLSI Design:</i> <b>Empfohlen:</b> Grundlagen der Digitaltechnik / Grundlagen des VLSI-Entwurfs None <i>Prerequisites of course Advanced VLSI Design:</i> <b>Recommended:</b> Fundamentals of Digital Circuits / Fundamentals of VLSI Design Information: Unless otherwise specified, these are recommendations.						



<p>4</p>	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced VLSI Design:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b>          Die Veranstaltung vermittelt grundlegende Kenntnisse über die moderne anwendungsorientierte Modellierung, Simulation, Analyse und Synthese digitaler Systeme auf verschiedenen Abstraktionsebenen bis hin zum Chip-Layout.</p> <p><b>Inhalt</b>          Der Chipentwurf besteht in der heutigen Praxis aus der kombinierten Anwendung verschiedener Sprachen, Methoden und Werkzeuge zur Modellierung, Simulation und Synthese elektronischer Schaltungen. Entlang des modernen abstraktionsebenenbasierten Entwurfsflusses digitaler Systeme (Elektronische System Ebene bis hin zum Chiplayout) vermittelt die Veranstaltung grundlegendes Wissen der wesentlichen Beschreibungssprachen und ihrer Anwendung in Modellierung, Simulation, Analyse und Synthese. Dies umfasst Grundprinzipien und Anwendung der IEEE Standard-System/Hardwarebeschreibungssprachen SystemVerilog, SystemC, Verilog und VHDL in Verbindung mit zusätzlichen Formaten wie z.B. SDF und UPF zur Annotation des Zeit- und Leistungsverhaltens. In der Anwendung werden die wesentlichen Prinzipien von Testumgebungen zur Simulation, der Zeit- und Leistungsanalyse, der Logiksynthese und des physikalischen Entwurfs digitaler Schaltungen. Die Übungen begleiten die Veranstaltung unter Verwendung kommerzieller Werkzeuge von Mentor Graphics, Synopsys und Cadence Design Systems.</p> <p><i>Contents of the course Advanced VLSI Design:</i></p> <p><b>Short Description</b>          The course provides basic knowledge about the modern application-oriented modeling, simulation, analysis, and synthesis of digital systems at different abstraction levels to chip layout.</p> <p><b>Contents</b>          In today's practice, chip design consists of the combined application of various languages, methods, and tools for the modeling, simulation, and synthesis of electronic circuits. Along the modern abstraction-based design flow of digital systems (electronic system level to chip layout), the course provides basic knowledge of the main description languages and their application in modeling, simulation, analysis and synthesis. This includes basic principles and application of the IEEE standard system/hardware description languages SystemVerilog, SystemC, Verilog, and VHDL, in conjunction with additional formats, e.g., SDF and UPF for time and power annotation. For their application, the fundamental principles of test environments for simulation, timing and power analysis, logic synthesis and physical design of digital circuits. Exercises will provide hands-on labs based on commercial tools from Mentor Graphics, Synopsys and, Cadence Design Systems.</p>
<p>5</p>	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz</b>          Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache digitale Schaltungen auf verschiedenen Abstraktionsebenen zu modellieren, zu simulieren, zu analysieren und zu synthetisieren und</li> <li>• die wichtigsten kommerziellen Werkzeuge in der Simulation, Analyse und Synthese digitaler Schaltungen anzuwenden.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b>          Die Studierenden sind nach Besuch der Veranstaltung in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• moderne Sprachen zur Beschreibung digitaler Schaltungen hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit für die verschiedenen Anwendungen zu beurteilen, auszuwählen und anzuwenden und</li> <li>• die verschiedenen Methoden und Werkzeuge im modernen VLSI-Entwurf anzuwenden.</li> </ul>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Domain competence:</b> After the course students are able</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to model, simulate, analyze and synthesize simple digital circuits at different abstraction levels and</li> <li>• to apply the most important commercial tools for simulation, analysis and synthesis of digital circuits.</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> After the course students are able</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to assess, select and apply modern digital circuit description languages for their different applications,</li> <li>• apply the different methods and tools in the modern VLSI design.</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)              <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)              <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)              <input type="checkbox"/> Module exam (MP)              <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b>                  Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b>                  apl. Prof. Dr. Wolfgang Müller</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced VLSI Design:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/advanced-vlsi-design">www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/advanced-vlsi-design</a></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Beamer und White-Board</li> <li>• Übungen mit Übungsblättern am Computer</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien und Übungsblätter werden über PAUL zur Verfügung gestellt</li> <li>• IEEE Standard-Referenzhandbücher: IEEE Std 1800/1685/1666/1364/1076/1801/1497</li> <li>• Einzelliteratur zu einzelnen Lehreinheiten</li> </ul> <p><i>Remarks of course Advanced VLSI Design:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/advanced-vlsi-design">www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/advanced-vlsi-design</a></p> <p><b>Implementation</b> * Vorlesung mit Beamer und White-Board * Übungen mit Übungsblättern am Computer * Lecture with LCD projector and white board * Exercises with assignments and hands-on labs</p> <p><b>Teaching Material, Literature</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture notes and exercise sheets will be provided via PAUL</li> <li>• IEEE standard reference manuals: IEEE Std 1800/1685/1666/1364/1076/1801/1497</li> <li>• Specific references for individual teaching units</li> </ul>

Analog CMOS ICs			
Analog CMOS ICs			
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>
M.048.92015	180	6	Sommersemester summer term
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>
	1.-3. Semester	1	en

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a)	L.048.92015 Analog CMOS ICs	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
		<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact-time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
	a)	L.048.92015 Analog CMOS ICs	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>						
	Keine None						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Analog CMOS ICs:</i> <b>Empfohlen:</b> Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik, Physik, Grundlagen der Elektrotechnik, Werkstoffe der Elektrotechnik, Halbleiterbauelemente, Signaltheorie und Systemtheorie. None <i>Prerequisites of course Analog CMOS ICs:</i> <b>Recommended:</b> Prior knowledge from the modules Higher Mathematics, Physics, and the Foundations of Electrical Engineering, Materials of Electrical Engineering, Semiconductor Devices, Signal Theory, System Theory.						
4	<b>Inhalte / Contents:</b>						
	<i>Inhalte der Lehrveranstaltung Analog CMOS ICs:</i> **Kurzbeschreibung Die Veranstaltung vermittelt grundlegende Kenntnisse zur analogen Transistorschaltungstechnik mit besonderem Bezug zur CMOS-Technologie. <b>Inhalt</b> Auf der Grundlage der vereinfachten sowie der erweiterten Kennlinientheorie des MOS-Transistors werden analoge Verstärkerschaltungen vorgestellt und zunächst hinsichtlich des Gleichstromverhaltens analysiert. Anschließend werden das Frequenzverhalten, das Rauschen, die Wirkung von Rückkopplungen, die Stabilität, die Nichtlinearität sowie die Auswirkungen fertigungstechnisch bedingter Asymmetrien betrachtet. Als weitere Schaltungen werden Oszillatoren, Referenzspannungsquellen und geschaltete Kapazitäten diskutiert. Die Lehrveranstaltung schließt mit Betrachtungen zur Modellierung und zum Layout der grundlegenden Bauelemente.						

	<p><i>Contents of the course Analog CMOS ICs:</i></p> <p><b>Short Description</b> The course provides basic knowledge on analogue circuit technology with particular regard to complementary MOS transistors.</p> <p><b>Contents</b> Based on simplified as well as advanced current-voltage characteristics of MOS transistors, analogue amplifier circuits are introduced and analyzed with respect of its DC behavior. Next, frequency performance, noise, effects of feed-backs, stability, non-linearity, and impacts of fabrication related asymmetries are considered. Further circuits such as oscillators, reference voltage sources, and switched capacitors are discussed. The course concludes with remarks on modeling and layout issues of basic devices.</p>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Verhalten von analogen Schaltungen mit wissenschaftlichen Methoden zu analysieren</li> <li>• und das so erworbene Wissen kreativ beim Schaltungsentwurf einzusetzen.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können methodisches Wissen bei der systematischen Problemanalyse einsetzen,</li> <li>• festigen erworbenes Grundlagenwissen durch Übung,</li> <li>• entwickeln so ihre kreativen Fähigkeiten weiter</li> <li>• und erwerben fachbezogene Fremdsprachenkompetenz.</li> </ul> <p><b>Domain competence:</b> After attending the course, the students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analyse the characteristics of analogue circuits using scientific methods</li> <li>• and can make creative use of the acquired knowledge in the circuit design process.</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• make use of methodic knowledge for systematic problem analysis,</li> <li>• consolidate their basic knowledge by practical training,</li> <li>• enhance their creative abilities,</li> <li>• and gain foreign language competences related to the field.</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1637 1418 1845"> <thead> <tr> <th data-bbox="277 1637 363 1733">zu</th> <th data-bbox="363 1637 975 1733">Prüfungsform</th> <th data-bbox="975 1637 1198 1733">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1198 1637 1418 1733">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="277 1733 363 1845">a)</td> <td data-bbox="363 1733 975 1845">Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td data-bbox="975 1733 1198 1845">120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td data-bbox="1198 1733 1418 1845">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%						

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)			
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr. Andreas Thiede		
13	<b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Analog CMOS ICs:</i> <b>Lehrveranstaltungsseite</b> <a href="http://groups.upb.de/hfe/lehre/acc.html">http://groups.upb.de/hfe/lehre/acc.html</a> <b>Methodische Umsetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, unterstützt durch Animationen und Folien,</li> <li>• Präsenzübungen mit Aufgabenblättern, deren Lösungen die Studierenden in der Übung gemeinsam und mit Unterstützung des Übungsleiters erarbeiten.</li> </ul> <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> A. Thiede, Analog CMOS Integrated Circuits, Vorlesungsskript Universität Paderborn A. Thiede, Analog CMOS Integrated Circuits, Lecture Script University Paderborn <ul style="list-style-type: none"> <li>• Razavi, B.: Design of Analog CMOS Integrated Circuits. McGraw Hill. 2001</li> </ul>		

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<p><i>Remarks of course Analog CMOS ICs:</i></p> <p><b>Course Homepage</b>  <a href="http://groups.upb.de/hfe/teaching/acc.html">http://groups.upb.de/hfe/teaching/acc.html</a></p> <p><b>Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectures with black board presentation, supported by animated graphics and transparencies,</li> <li>• Presence exercises with task sheets to be solved by the students together, supported by the teacher.</li> </ul> <p><b>Teaching Material, Literature</b></p> <p>A. Thiede, Analog CMOS Integrated Circuits, Lecture Script University Paderborn</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Razavi, B.: Design of Analog CMOS Integrated Circuits. McGraw Hill. 2001</li> </ul>
---

<b>Controlled AC Drives</b>						
Controlled AC Drives						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.92016	180	6	Sommersemester summer term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
<b>1</b>	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92016 Controlled AC Drives	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92016 Controlled AC Drives	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
<b>2</b>	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
Keine						
None						

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b></p> <p>Keine</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Controlled AC Drives:</i>  <b>Empfohlen:</b> Die Teilnehmer sollten ein Bachelormodul zu den Grundlagen elektrischer Antriebe bereits absolviert haben.</p> <p>None</p> <p><i>Prerequisites of course Controlled AC Drives:</i>  <b>Recommended:</b> It is strongly recommended that the students should have already finished a Bachelor course on the basics of electrical drives</p>
4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Controlled AC Drives:</i>  <b>Kurzbeschreibung</b>          Die Lehrveranstaltung führt ein in das Prinzip der flussorientierten Regelung von Drehstrommotoren, welches mittlerweile den Stand der Technik in der industriellen elektrischen Antriebstechnik darstellt. Im Gegensatz zur Veranstaltung aus dem Bachelorprogramm werden hier das dynamische Verhalten und die Regelungsstrukturen vertieft. Als wichtigste Beispiele werden der permanent erregte Synchronmotor und der Asynchronmotor behandelt.</p> <p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehstrommaschinen: Synchronmotor und Asynchronmotor (Aufbau, Wirkungsweisen, Modellierung, Ersatzschaltbilder, Kennlinien, Arbeitsbereiche)</li> <li>• Drehmoment und Drehzahl-Steuerung</li> <li>• Raumzeigertheorie (Grundwellenfelder, Koordinatentransformationen)</li> <li>• Prinzipien der flussorientierten Regelung</li> <li>• Strom-, Drehmoment- und Drehzahl-Regelung, Entwurfsmethoden, Direct Torque Control (DTC), Beobachter</li> <li>• Anwendungen aus Industrie, Straßen- und Schienenfahrzeugen</li> </ul> <p><i>Contents of the course Controlled AC Drives:</i>  <b>Short Description</b>          The course introduces the principle of flux-oriented control of three-phase AC motors, which is today's standard of electrical drives in industry. Unlike the course of the bachelor's program focus is put on the dynamics behavior and on the control structures. As most important examples, the permanent magnet synchronous motor and the induction motor are treated.</p> <p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AC drives: Synchronous and induction motor (structure, basic physical effects, modeling, equivalent circuit diagrams, characteristic curves, operation areas)</li> <li>• Speed and torque control</li> <li>• Space vector theory (fundamental wave, coordinate transformation)</li> <li>• Principles of flux-oriented control</li> <li>• Closed-loop control of current, torque and speed, design methods</li> <li>• Direct Torque Control (DTC)</li> <li>• Observers</li> <li>• Applications in industry, road and rail vehicles</li> </ul>



5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten verstehen der wichtigsten Arten von Drehstromantrieben und ihre Eigenschaften und sind in der Lage, selbständig solche Antriebe auszuwählen und zu entwerfen.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studenten lernen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen</li> <li>• erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungen</li> <li>• erwerben eine fachbezogene Fremdsprachenkompetenz.</li> </ul> <p><b>Domain competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students will understand the most important types of AC drives, their properties and should be able to select and to design such drives by themselves.</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students learn</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to transfer the learned skills also to other disciplines,</li> <li>• extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises</li> <li>• learn strategies to acquire knowledge from literature and internet.</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1234 1422 1444"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1509 1422 1720"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Type of examination</th> <th>Duration or scope</th> <th>Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>																

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Joachim Böcker</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Controlled AC Drives:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://ei.uni-paderborn.de/lea/">http://ei.uni-paderborn.de/lea/</a>  <b>Methodische Umsetzung</b>                  Teile der Veranstaltung werden als Rechnerübung durchgeführt. Lernmaterialien: Skript, weitere Literaturempfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben.</p> <p><i>Remarks of course Controlled AC Drives:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://ei.uni-paderborn.de/lea/">http://ei.uni-paderborn.de/lea/</a>  <b>Implementation</b>                  Parts of the course are organized as computer-based exercises.  <b>Teaching Material, Literature</b>                  Lecture notes, slides. Other literature will be given in the lecture</p>

Energy Transition			
Energy Transition			
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>
M.048.92034	180	6	Wintersemester winter term
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>
	1.-3. Semester	1	en

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a)	L.048.92034 Energy Transition	2V 2Ü, WS	60	120	WP	50
		<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact-time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92034 Energy Transition	2L 2Ex, WS	60	120	CE	50	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>						
	Keine None						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Energy Transition:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Energy Transition:</i> None						

4

**Inhalte / Contents:**

*Inhalte der Lehrveranstaltung Energy Transition:*

**Kurzbeschreibung**

Mit dem Versiegen fossiler Energieträger wie Kohle, Öl und Erdgas und dem Auslaufen der Atomprogramme vieler Länder, stellt die Notwendigkeit eine Energiestruktur basierend auf erneuerbaren Energien mit fluktuierender Abgabeleistung aufzubauen, ein große Herausforderung für das Elektroingenieurwesen dar. Diese Vorlesung nimmt sich dieser Herausforderung an und erklärt die Funktionsweise und Performanceparameter von allen Arten erneuerbarer Energiewandler, ihre Verfügbarkeit, Zusammenwirken und Anpassungsmöglichkeiten an Verbrauchsstrukturen. Umgekehrt werden die Anpassungsmöglichkeiten der Lastkurven an die Verfügbarkeit der Energiequellen präsentiert, einschließlich neuer Konzepte, wie z.B. dezentrale Erzeugung, Speicherung und Energiemanagement, insbesondere Demand-Side-Management (DSM), P2X.

**Inhalt**

1. Bestehende Energiestruktur: Geschichte, Entwicklung
2. Komponenten & Systeme: Erzeugung, Transport, Verbrauch
3. Merkmale variabler erneuerbarer Energien: Solarenergienutzung
4. Merkmale erneuerbarer Energien: Wasserkraft, Windkraft
5. Merkmale erneuerbarer Energien mit konstanter Verfügbarkeit: Biomasse, Geothermie
6. Individuelle und kombinierte Verfügbarkeit und Performance
7. Energiemanagement, Smart-Grid, Einbezug von Verkehr und Lastanpassung.
8. Speicherung: Typen, Leistung, Lebensdauer, Kosten, P2X
9. Neue Konzepte zur Kostenminimierung: dezentrale, autonome und semi-autonome Systeme, Schwarmkonzepte
10. Geographische Unterschiede: Lokale Ressourcen, Potentiale, Laststrukturen
11. Legislative Fragen: Zugangsbedingungen zum Netz, Spot-Markthandel für Strom
12. Ausflug zu praktischem Projektbeispiel

	<p><i>Contents of the course Energy Transition:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>With the depletion of fossil energy resources such as coal, oil, gas and the shut-down of the nuclear programs in many countries, the necessity to set-up an energy structure based on renewable energies with often fluctuating power output is a vast challenge for electrical engineering. This lecture faces that challenge explaining the functioning and performance parameters of all types of renewable energy conversion devices, their availability, interaction and adaptability to load structures. Vice versa, the adaptability of load curves to the availability of the energy sources shall be presented, including new concepts, e.g. decentralized generation, storage and energy management, in particular Demand-Side-Management, P2X.</p> <p><b>Contents</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Existing energy structures: History, development</li> <li>2. Present components &amp; systems: generation, transport, consumption</li> <li>3. Characteristics of variable renewable energy sources: solar thermal, photovoltaics, wind power</li> <li>4. Characteristics of renewable energy sources: hydro &amp; wind power</li> <li>5. Characteristics of steady renewable energy sources: biomass, geothermal energy</li> <li>6. Individual and combined availability and performance</li> <li>7. Energy management, transport (smart grid) and storage necessities</li> <li>8. Storage devices and concepts: types, performance, costs</li> <li>9. New concepts to minimize costs: decentralized, autonomous and semi-autonomous systems, swarm concepts, demand side management, (DSM), power to gas &amp; heat (P2X)</li> <li>10. Geographical differences: Local resources, potentials, load structures</li> <li>11. Legislative issues: access to grid &amp; electricity spot-market</li> <li>12. Excursion to practical project examples</li> </ol>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b></p> <p>Die Studierenden sollten nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage sein, die Implikationen, Notwendigkeiten und Eigenschaften einer neuen Energieversorgungsstruktur (Energiesystem 2.0) basierend auf erneuerbaren Energien, Speichern und Lastmanagement, mit allen Komponenten zu verstehen und anzuwenden.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der Implementierung einer nachhaltigen Energieversorgung einsetzen,</li> <li>• sind in der Lage, sich in der Zukunft selbst weiterzubilden.</li> </ul> <p><b>Domain competence:</b></p> <p>After completing the course the students should in a position to: understand the implications, necessities and properties of an energy supply system (energy system 2.0) based on the combination of different renewable energy sources, distribution, storage, demand side management and be familiarized with the components, its specific characteristics and parameters.</p> <p><b>Key qualifications:</b></p> <p>The students are enabled to apply the knowledge and skills across disciplines are enabled to use method-oriented approaches for the implementation of sustainable energy supply are enabled to educate themselves in the future</p>

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

6	<b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>			
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)			<input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)
				<input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)
	<b>zu</b>	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%
	<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)			<input type="checkbox"/> Module exam (MP)
				<input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)
	<b>zu</b>	<b>Type of examination</b>	<b>Duration or scope</b>	<b>Weighting for the module grade</b>
	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b>			
	keine none			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b>			
	Keine None			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b>			
	Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b>			
	Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).			
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b>			
	Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)			
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b>			
	Prof. Dr.-Ing. Stefan Krauter			

13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Energy Transition:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://www.nek.upb.de/lehre">http://www.nek.upb.de/lehre</a></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b>                  Vorlesung mit praktischen Beispielrechnungen &amp; Simulationen; Exkursion zu Praxisbeispielen                  Lecture combined with practical examples &amp; simulations; Excursion to see applications in practice.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>                  Sämtliche Präsentationen und Übungen sowie zusätzliches Material befinden sich in PAUL.  <i>Stephen W. Fardo, Dale R. Patrick: Electrical Power Systems Technology. The Fairmont Press, Inc., 2009. Michel Crappe: Electric Power Systems. John Wiley &amp; Sons, 2008. Magdi S. Mahmoud: Decentralized Systems with Design Constraints. Springer: Berlin Heidelberg, New York, 2011. Hermann Scheer, The Energy Imperative, 100 Percent Renewable Now. Routledge, 2011. Hermann Scheer: Energy Autonomy. Earthscan/James &amp; James, 2006. Geert Verbong, Derk Loorbach: Governing the Energy Transition - Reality, Illusion or Necessity?, Routledge, 2012 *Journals: Renewable Energy, Elsevier; IEEE Transactions on Power Systems</i></p> <p><b>Bemerkungen</b>                  Exkursion zu einem praktischen Projekt (z.B. Pumpspeicherkraftwerk)</p> <p><i>Remarks of course Energy Transition:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://www.nek.upb.de/lehre">http://www.nek.upb.de/lehre</a></p> <p><b>Implementation</b>                  Lecture combined with practical examples &amp; simulations; Excursion to see applications in practice.</p> <p><b>Teaching Material, Literature</b>                  All presentations and exercises plus additional resources are available on PAUL. Stephen W. Fardo, Dale R. Patrick: Electrical Power Systems Technology. The Fairmont Press, Inc., 2009. Michel Crappe: Electric Power Systems. John Wiley &amp; Sons, 2008. Magdi S. Mahmoud: Decentralized Systems with Design Constraints. Springer: Berlin Heidelberg, New York, 2011. Hermann Scheer, The Energy Imperative, 100 Percent Renewable Now. Routledge, 2011. Hermann Scheer: Energy Autonomy. Earthscan/James &amp; James, 2006. Geert Verbong, Derk Loorbach: Governing the Energy Transition - Reality, Illusion or Necessity?, Routledge, 2012 Journals: Renewable Energy, Elsevier; IEEE Transactions on Power Systems</p> <p><b>Comments</b>                  Excursion to a practical project (e.g., pumped hydro storage (PHS))</p>
----	---

Fast Integrated Circuits for Wireline Communications			
Fast Integrated Circuits for Wireline Communications			
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>
M.048.90704	180	6	Wintersemester winter term
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>
	1.-3. Semester	1	en

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a)	L.048.90704 Fast Integrated Circuits for Wireline Communications	2V 2Ü, WS	60	120	WP	50
		<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact-time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
	a)	L.048.90704 Fast Integrated Circuits for Wireline Communications	2L 2Ex, WS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>						
	Keine None						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fast Integrated Circuits for Wireline Communications:</i> <b>Empfohlen:</b> Modul "Schaltungstechnik" des Bachelor Elektrotechnik oder Modul "Circuit and System Design" des Master "Electrical Systems Engineering" oder vergleichbare Module / Vorlesungen None <i>Prerequisites of course Fast Integrated Circuits for Wireline Communications:</i> <b>Recommended:</b> Module "Schaltungstechnik" of the Bachelor Electrical Engineering or module "Circuit and System Design" of the Master "Electrical Systems Engineering" or comparable modules / lectures						



4

**Inhalte / Contents:**

*Inhalte der Lehrveranstaltung Fast Integrated Circuits for Wireline Communications:*

**Kurzbeschreibung**

In der Glasfaserkommunikation werden heutzutage in kommerziellen Systemen sehr hohe Bitraten von über 100 Gb/s pro optischem Kanal und mehreren Tb/s in einer Glasfaser erreicht. In ähnlicher Weise treten heute bei der Signalübertragung zwischen Chips hohe Bitraten von mehr als 10 Gb/s an einem einzelnen Gehäuse-Pin auf, die über Leiterplatten und preisgünstige serielle Kabelverbindungen übertragen werden müssen. In Zukunft werden durch den Fortschritt der CMOS-Technologie und der optischen Kommunikationstechnik die Datenraten weiter kontinuierlich steigen. Der Entwurf von elektronischen Schaltungen für hohe Bandbreiten bzw. Bitraten erfordert ein gutes Systemverständnis im Hinblick auf die typischen Sende-/Empfangsarchitekturen, Komponenten und Signaleigenschaften. Überdies ist ein gutes Verständnis des Schaltungsentwurfs integrierter Schaltungen und eine genaue Höchstfrequenz-Modellierung von passiven und aktiven Bauelementen notwendig. Ziel der Vorlesung ist es, den Studenten ein Verständnis des methodischen Entwurfs schneller integrierter, elektronischer Schaltungen für die digitale leitungsgebundene Kommunikationstechnik zu vermitteln. Ein Teil der Übungen wird als CAD-Übung unter Nutzung moderner Chip-Entwurfssoftware durchgeführt.

**Inhalt**

Die Vorlesung vermittelt den methodischen Entwurf von schnellen, integrierten, elektronischen Schaltungen für digitale leitungsgebundene Kommunikationssysteme. Ein Teil der Übungen wird als CAD-Übung unter Nutzung moderner Chip-Entwurfssoftware durchgeführt. Die Vorlesung baut auf die Pflichtvorlesung "Schaltungstechnik" bzw. "Circuit and System Design" auf. Die Vorlesung behandelt:

- Sende- und Empfangsarchitekturen für die Glasfaserkommunikation
- Sende- und Empfangsarchitekturen für die Chip-to-chip-Kommunikation
- Systemtheoretische Grundlagen
- Halbleitertechnologien und integrierte HF-Bauelemente
- Verstärkerschaltungen
- Logikschaltungen in Stromschaltertechnik (CML)
- PLL-Technik für Synthesizer und Taktrückgewinnung
- Messverfahren

*Contents of the course Fast Integrated Circuits for Wireline Communications:*

**Short Description**

Nowadays commercial fiber-optic communication systems reach very high data rates of 100 Gb/s per optical channel and several Tb/s in a single fiber. In a similar way very high data rates of more than 10 Gb/s occur at a single package pin of electronic chips. These signals are to be transmitted over printed circuit boards and inexpensive serial cables. In the future the progress of CMOS technology and communication technology will push speed of fiber-optic and wire-line communication continuously to ever higher data rates. The design of electronic circuits for high bandwidth resp. data rates requires a good system knowledge with respect to typical transmitter and receiver architectures, components, and signal properties. Furthermore a thorough understanding of integrated circuit design as well as precise high-frequency modeling of passive and active devices are required. Goal of the lecture is to enable the student to utilize a methodological approach for the design of fast integrated electronic circuits for digital wired communications. A part of the exercises will be carried out using modern industry-standard IC design software.

**Contents**

The lecture deals with analysis and design of fast integrated electronic circuits for digital broadband communication systems. A part of the exercises will be performed using modern chip design CAD tools. The lecture is based on the compulsory lectures "Schaltungstechnik" resp. "Circuit and System Design". The lecture deals with:

- Transmitter and receiver architectures for fiber-optic communications
- Transmitter and receiver architectures for chip-to-chip communications
- System design
- Semiconductor technology and integrated high-frequency devices
- Broadband amplifiers
- Current-mode logic (CML)
- Transmitter and receiver circuits
- PLLs for frequency synthesis and clock recovery (PLL = phase-locked loop)
- Measurement methods

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

**Fachkompetenz:**

Der Student wird in der Lage sein: Sende- und Empfangsarchitekturen für die Breitbandkommunikation zu beschreiben und zu analysieren. Halbleitertechnologien und Hochfrequenz-Bauelemente für die Breitbandkommunikation zu verstehen und zu beschreiben. Schaltungstechniken für Sende- und Empfangsschaltungen zu analysieren und Massnahmen zur Optimierung zu beschreiben. Schaltungen in PLL-Technik für Frequenzsynthese und Taktrückgewinnung zu beschreiben. Messmethoden zu beschreiben.

**Fachübergreifende Kompetenzen:**

Die Studenten lernen, wie verschiedene interdisziplinäre wissenschaftliche Bereiche - wie mathematische Signal- und Systemanalyse, nichtlineare und lineare Schaltungsanalyse, Halbleiterphysik, Bauelemente und Hochfrequenztechnik - zur Entwicklung von Kommunikations-Anwendungen miteinander kombiniert werden.

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<b>Domain competence:</b>	<p>The student will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe and analyze transmitter and receiver architectures for broadband communication links</li> <li>• understand and describe semiconductor technologies and integrated high-frequency devices for broadband circuits</li> <li>• to analyze circuit design techniques for transmitter and receiver circuits and describe ways to optimize them</li> <li>• to describe circuits in PLL technique for frequency synthesis and clock recovery</li> <li>• to describe measurement methods</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b></p> <p>The students will learn how different interdisciplinary scientific domains and their methods - like mathematical signal and system analysis, non-linear and linear circuit analysis, semiconductor physics, semiconductor devices and high-frequency engineering - are applied together for the development of communications application.</p>			
6	<b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
		<b>zu</b>	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
		a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%
		<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)			
		<b>zu</b>	<b>Type of examination</b>	<b>Duration or scope</b>	<b>Weighting for the module grade</b>
		a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b>	keine none			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b>	Keine None			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b>	Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b>	Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).			

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr.-Ing. J. Christoph Scheytt</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Fast Integrated Circuits for Wireline Communications:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/fast-integrated-circuits-for-wireline-communications/">https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/fast-integrated-circuits-for-wireline-communications/</a></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung mit Übungen (einschließlich rechnerunterstütztem Entwurf mit IC-Entwurfssoftware)</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Handouts und Literatur-Referenzen werden in der Vorlesung angegeben.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Säckinger, "Broadband Circuits for Optical Fiber Communication", Wiley, 2005</li> <li>• B. Razavi, "Design of Integrated Circuits for Optical Communications", McGraw-Hill, 2003</li> </ul> <p><b>Bemerkungen</b> Im Rahmen der Vorlesung wird eine 2-tägige Exkursion zum IHP Leibnizinstitut für Innovative Mikroelektronik in Frankfurt (Oder) mit Besichtigung einer modernen Chipfertigung angeboten (Teilnahme ist freiwillig).</p> <p><i>Remarks of course Fast Integrated Circuits for Wireline Communications:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/fast-integrated-circuits-for-wireline-communications/">https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/fast-integrated-circuits-for-wireline-communications/</a></p> <p><b>Implementation</b> Lecture with Exercises (including computer-aided design using electronic design software)</p> <p><b>Teaching Material, Literature</b> Handouts and literature references will be given in the lecture.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Säckinger, "Broadband Circuits for Optical Fiber Communication", Wiley, 2005</li> <li>• B. Razavi, "Design of Integrated Circuits for Optical Communications", McGraw-Hill, 2003</li> </ul> <p><b>Comments</b> As part of the lecture a 2-day excursion to IHP Leibnizinstitute for High-Performance Microelectronics in Frankfurt (Oder) is offered which includes the visit of a modern chip fabrication facility (participation in the excursion is voluntary).</p>

High-Frequency Electronics			
High-Frequency Electronics			
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:
M.048.92017	180	6	Wintersemester winter term

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<b>Studiensemester / Semester number:</b> 1.-3. Semester	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b> 1	<b>Sprache / Teaching Language:</b> en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
a)	L.048.92017 High-Frequency Electronics	2V 2Ü, WS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92017 High-Frequency Electronics	2L 2Ex, WS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b> Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b> Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung High-Frequency Electronics:</i> <b>Empfohlen:</b> Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik, Physik, Grundlagen der Elektrotechnik, Werkstoffe der Elektrotechnik, Halbleiterbauelemente, Signaltheorie, Systemtheorie und Einführung in die Hochfrequenztechnik. None <i>Prerequisites of course High-Frequency Electronics:</i> <b>Recommended:</b> Prior knowledge from the modules Higher Mathematics, Physics, and the Foundations of Electrical Engineering, Materials of Electrical Engineering, Semiconductor Devices, Signal Theory, System Theory, Introduction to High-Frequency Engineering.					

<p>4</p>	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung High-Frequency Electronics:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Die Lehrveranstaltung Hochfrequenzelektronik vermittelt für den Entwurf von integrierten Hochfrequenzschaltkreisen erforderliche Kenntnisse aus den Gebieten Bauelementephysik, Halbleitertechnologie, Hochfrequenzschaltungstechnik und Aufbautechnik. Neben der Vermittlung von neuem Spezialwissen integriert sie zuvor in einer Vielzahl von Veranstaltungen erworbenes Wissen und bereitet somit unmittelbar auf eine berufliche Tätigkeit in diesem Bereich vor.</p> <p><b>Inhalt</b></p> <p>Ausgehend von den physikalisch begründeten Eigenschaften verschiedener Halbleitermaterialsysteme werden Kenntnisse zur Funktion, Modellierung und Fertigung spezieller Hochfrequenztransistoren vermittelt. Anschließend werden für alle beim Entwurf eines Hochfrequenzverstärkers notwendigen Schritte die jeweils theoretischen Konzepte sowie das praktische Vorgehen erläutert. Danach werden als weitere Schaltungen Breitbandverstärker, Oszillatoren und Mischer sowie digitale Grundschaltungen dargestellt. Als derzeit besonders interessante Anwendungen werden optoelektronische Datenübertragungssysteme, Mixed-Signal Systeme wie ADC, DAC, digitale Synthesizer und PLL's, sowie Millimeterwellentransceiver besprochen. Die Veranstaltung schließt mit einem Überblick der im Hochfrequenzbereich eingesetzten Aufbau- und Verbindungstechniken.</p> <p><i>Contents of the course High-Frequency Electronics:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>The course High-Frequency Electronics provides necessary knowledge for the design of integrated high-frequency circuits ranging from device physics, semiconductor technology, high-frequency engineering, and packaging technology. Besides conveying new specialized knowledge, skills developed by various other courses are integrated, and thus students are directly prepared for a professional life in the field.</p> <p><b>** Contents**</b></p> <p>Starting from physically founded properties of different semiconductor systems, knowledge about the function, modeling, and fabrication of special high-frequency transistors is conveyed. Subsequently, all necessary steps of a high-frequency amplifier design are explained with respect to theoretical concepts and practical implementation. After that, further circuits such as broad-band amplifiers, oscillators, mixers and digital gates are presented. As currently most interesting applications, optoelectronic data transmission systems, mixed-signal systems such as ADC, DAC, digital synthesizers and PLL's, as well as millimeter wave transceivers are discussed. The course closes with an overview of high-frequency assembling and packaging technologies.</p>
<p>5</p>	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die für eine konkrete Aufgabenstellung optimale Halbleitertechnologie auszuwählen,</li> <li>• den Entwurf eines integrierten Hochfrequenzschaltkreises auszuführen</li> <li>• und die gefertigten Komponenten zu charakterisieren.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können methodisches Wissen bei der systematischen Problemanalyse einsetzen,</li> <li>• beziehen in komplexe Optimierungsprobleme auch fertigungstechnische und ökonomische Aspekte ein,</li> <li>• lernen das industrieübliche CAD-System ADS kennen</li> <li>• und erwerben fachbezogene Fremdsprachenkompetenz.</li> </ul>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Domain competence:</b> After attending the course, the students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• select the most suitable semiconductor technology for a given problem,</li> <li>• run the complete design process of a high-frequency integrated circuit,</li> <li>• and to characterize fabricated samples.</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can use of methodic knowledge for systematic problem analysis,</li> <li>• include aspects of fabrication technology and economy into complex optimization problems,</li> <li>• get familiar with the CAD system ADS, which is commonly used in industry</li> <li>• and gain foreign language competences related to the field.</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr. Andreas Thiede</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung High-Frequency Electronics:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://groups.upb.de/hfe/lehre/hfe.html">http://groups.upb.de/hfe/lehre/hfe.html</a>  <b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, unterstützt durch Animationen und Folien,</li> <li>• Präsenzübungen mit Aufgabenblättern, deren Lösungen die Studierenden in der Übung gemeinsam und mit Unterstützung des Übungsleiters, teilweise unter Einsatz von CAD-Software erarbeiten.</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>  A. Thiede, High-Frequency Electronics, Vorlesungsskript Universität Paderborn  A. Thiede, High-Frequency Electronics, Lecture Script University Paderborn  Auf weiterführende und vertiefende Literatur wird in den jeweiligen Abschnitten des Vorlesungsskriptes verwiesen.</p> <p><i>Remarks of course High-Frequency Electronics:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://groups.upb.de/hfe/teaching/hfe.html">http://groups.upb.de/hfe/teaching/hfe.html</a>  <b>Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectures with black board presentation, supported by animated graphics and transparencies,</li> <li>• Presence exercises with task sheets to be solved by the students together, supported by the teacher, and partially using CAD software.</li> </ul> <p><b>Teaching Material, Literature</b>  A. Thiede, High-Frequency Electronics, Lecture Script University Paderborn  References to continuative and deepening literature can be found in the respective sections of the script.</p>

Integrated Circuits for Wireless Communication			
Integrated Circuits for Wireless Communication			
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>
M.048.92028	180	6	Sommersemester summer term
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>
	1.-3. Semester	1	de / en



2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a)	L.048.92028 Integrated Circuits for Wireless Communication	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
		<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact-time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
	a)	L.048.92028 Integrated Circuits for Wireless Communication	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>						
	Keine None						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Integrated Circuits for Wireless Communication:</i> <b>Empfohlen:</b> Vorlesung Schaltungstechnik bzw. Circuit and System Design. Hilfreiche Ergänzung: Vorlesung "Wireless Communications" von Prof. Hab-Umbach. None <i>Prerequisites of course Integrated Circuits for Wireless Communication:</i> <b>Recommended:</b> Lecture Schaltungstechnik resp. Circuit and System Design. Helpful supplement: Lecture "Wireless Communications" by Prof. Hab-Umbach.						

4 **Inhalte / Contents:**

*Inhalte der Lehrveranstaltung Integrated Circuits for Wireless Communication:*

**Kurzbeschreibung**

Mobilkommunikation, drahtlose Netzwerke und die RFID-Technik sind beispielhafte Anwendungen der Funkkommunikation, die Eingang in den Alltag gefunden haben und auch in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden.

Der Entwurf von elektronischen Schaltungen für hohe Frequenzen erfordert ein gutes Systemverständnis im Hinblick auf die typischen Sende-/Empfangsarchitekturen für die Funkkommunikation, deren Komponenten und Signaleigenschaften. Überdies ist ein gutes Verständnis des Schaltungsentwurfs integrierter Schaltungen und eine genaue Höchstfrequenz-Modellierung von passiven und aktiven Bauelementen notwendig.

Ziel der Vorlesung ist es, ein Verständnis des methodischen Entwurfs integrierter, elektronischer Schaltungen für die drahtlose Kommunikation zu vermitteln. Ein Teil der Übungen wird selbständig in Teamarbeit als CAD-Übung unter Nutzung modernster Chip-Entwurfssoftware durchgeführt.

**Inhalt**

Die Vorlesung vermittelt den methodischen Entwurf von integrierten Schaltungen für die drahtlose Kommunikation. Ein Teil der Übungen wird als CAD-Übung unter Nutzung von Chip-Entwurfssoftware durchgeführt. Die Vorlesung baut auf die Pflichtvorlesung "Schaltungstechnik" bzw. "Circuit and System Design" auf. Die folgenden Themen werden behandelt:

- Sende-/Empfangs-Architekturen f. die drahtlose Kommunikation
- Systemtheoretische Grundlagen
  - Signale und Rauschen
  - Modulation und Demodulation
  - Übertragungsverhalten von Funksystemen
- Halbleitertechnologien und integrierte HF-Bauelemente
- Verstärker (low-noise amplifier, variable gain amplifier)
- Mischer
- Oszillatoren
- Frequenzsynthesizer-PLLs

	<p><i>Contents of the course Integrated Circuits for Wireless Communication:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>Mobile communications, wireless networks, and RFID technology are application examples of wireless communications. Wireless communications has found widespread use in everyday life and will become even more important in the future.</p> <p>The design of electronic circuits for radio frequencies requires a good system knowledge with respect to typical transmitter and receiver architectures in wireless communications, components, and radio signal properties. Furthermore a thorough understanding of integrated circuit design as well as precise high-frequency modeling of passive and active devices are required. Goal of the lecture is to convey a methodical approach to the design of integrated circuits for wireless communications. A part of the exercises will pertain to calculation of circuit design problems another will be performed in small teams as a hands-on exercise using modern IC design software.</p> <p><b>Contents</b></p> <p>The lecture deals with analysis and design of radio frequency integrated circuits for wireless communication systems. A part of the exercises will be performed using modern chip design CAD tools. The lecture is based on the compulsory lectures “Schaltungstechnik” resp. “Circuit and System Design”. The following topics will be addressed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmitter and receiver architectures for wireless communications</li> <li>• System Theory Basics             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Signals and noise</li> <li>– Modulation and demodulation</li> <li>– Transmission properties of wireless communications systems</li> </ul> </li> <li>• Semiconductor technologies and integrated high-frequency devices</li> <li>• Amplifiers (low-noise and variable-gain amplifiers)</li> <li>• Mixers</li> <li>• Oscillators</li> <li>• Frequency synthesizer PLLs</li> </ul>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p>Die Studierenden sind nach Besuch der Vorlesung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Architekturen und Schaltungen von drahtlosen Kommunikationssystemen zu beschreiben</li> <li>• wesentliche Übertragungseigenschaften von Funksystemen zu beschreiben und zu berechnen</li> <li>• Entwurfsmethoden anzuwenden, um integrierte Schaltungskomponenten für Funksysteme zu entwerfen</li> </ul> <p>The students will be able</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to describe architectures and circuits of wireless communication systems</li> <li>• to describe and calculate fundamental signal transmission properties of wireless systems</li> <li>• to apply design methods to design components of radio frequency ICs</li> </ul>

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

6	<b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>			
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	<b>zu</b>	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%
	<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)			
	<b>zu</b>	<b>Type of examination</b>	<b>Duration or scope</b>	<b>Weighting for the module grade</b>
	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b>			
	keine none			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b>			
	Keine None			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b>			
	Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b>			
	Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).			
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b>			
	Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)			
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b>			
	Prof. Dr.-Ing. J. Christoph Scheytt			

13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Integrated Circuits for Wireless Communication:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/integrierte-schaltungen-fuer-die-drahtlose-kommunikation/">https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/integrierte-schaltungen-fuer-die-drahtlose-kommunikation/</a></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Powerpoint-Präsentation und handschriftlichen Herleitungen auf Tablet und Beamer</li> <li>• Übung zum Teil als handschriftliche Rechenübung mit Tablet und Beamer, zum Teil als Praxisübung mit IC-Entwurf mittels Chip-Entwurfssoftware</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>                  Folien und Videos der Vorlesungen, sowie Folien zur Übung werden zur Verfügung gestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Behzad Razavi "RF Microelectronics", Prentice Hall, 2011</li> <li>• Thomas Lee "The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits", Cambridge University Press 2003</li> </ul> <p><i>Remarks of course Integrated Circuits for Wireless Communication:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/integrierte-schaltungen-fuer-die-drahtlose-kommunikation/">https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/integrierte-schaltungen-fuer-die-drahtlose-kommunikation/</a></p> <p><b>Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture with Powerpoint presentation and handwritten mathematical derivations using tablet and beamer</li> <li>• Exercises partly as handwritten calculation exercises using tablet and beamer and partly as practical IC design exercises using modern IC design software</li> </ul> <p><b>Teaching Material, Literature</b>                  Lecture slides and videos as well as exercise slides will be made available.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Behzad Razavi "RF Microelectronics", Prentice Hall, 2011</li> <li>• Thomas Lee "The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits", Cambridge University Press 2003</li> </ul>
----	--

Micro-Electromechanical Systems			
Micro-Electromechanical Systems			
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>
M.048.92018	180	6	Wintersemester winter term
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>
	1.-3. Semester	1	en

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a)	L.048.92018 Micro-Electromechanical Systems	2V 2Ü, WS	60	120	WP	50
		<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact-time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
	a)	L.048.92018 Micro-Electromechanical Systems	2L 2Ex, WS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>						
	Keine None						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Micro-Electromechanical Systems:</i> <b>Empfohlen:</b> Grundkenntnisse der Halbleitertechnologie sind erforderlich. None <i>Prerequisites of course Micro-Electromechanical Systems:</i> <b>Recommended:</b> A basic knowledge of semiconductor technology is necessary.						

4

**Inhalte / Contents:**

*Inhalte der Lehrveranstaltung Micro-Electromechanical Systems:*

**Kurzbeschreibung**

Die Vorlesung besteht aus einem technologieorientierten Teil, der anhand unterschiedlicher Sensoren erläutert wird. Dabei werden physikalische Prinzipien der Sensorfunktionen erläutert und hinsichtlich der Herstellung hochempfindlicher Bauelemente vergleichend diskutiert.

**Inhalte**

Prozesse

- Integrationsprozesse für 3D-Mikrostrukturen
- Wafer bonding
- Lithografie
- Volumenmikromechanik
- Oberflächenmikromechanik

Sensoren

- Beschleunigungssensoren
- Drucksensoren
- Drehratensensoren
- Weitere Sensoren

Actuators

- Prinzipien der Mikroaktoren
- Beispiele für Mikroaktoren
- Mikromotoren
- Tintendrucktechnik
- Digitale Spiegelfelder

Packaging

- Substrate und Träger
- Drahtbonden
- Tape automated bonding
- Flip chip Montage
- Chip size packages

*Contents of the course Micro-Electromechanical Systems:*

**Short Description**

The lecture Micro-Electromechanical Systems consists of a technology oriented and a sensor based part to describe the integration and operation of modern microsystems based on silicon. It includes basic processes like wet and dry etching, physical principles for sensor effects, and common setups for sensor systems and packages.

**Contents**

Processes

- Integration processes for 3D-microstructures
- Wafer bonding
- Lithography Galvanic
- Bulk micro machining
- Surface micro mechanics

Sensor Devices

- Acceleration sensors
- Pressure sensor devices
- Rotation rate sensors
- Special sensors

Actuators

- Principles of micro actuators
- Examples for integrated actuators
- Micro motors
- Ink jets
- Digital mirror arrays for image projection

Packaging

- Substrates and carriers
- Wire bonding
- Tape automated bonding
- Flip chip
- Chip size packages

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

**Fachkompetenz:**

Die Studierenden sind in der Lage die Arbeitsprinzipien mikrosystemtechnischer Sensoren zu beschreiben. Sie können das Übertragungsverhalten der Sensoren erläutern und sind zum Ende der Vorlesung in der Lage, geeignete Sensoren für verschiedene Anwendungen auszuwählen.

**Fachübergreifende Kompetenzen:**

- Logisches Denken durch Aufstellung von Fertigungssequenzen wird gefördert
- Können die erlernten Prozesse auf andere Integrationstechniken übertragen



## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Domain competence:</b> The students are able to describe the operational principle of microsystems and micro electromechanical systems. They can explain the transfer characteristics of the sensor devices and they are able to choose the right sensor for a given application.</p> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn to transfer the acquired skills also to other disciplines</li> <li>• extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises</li> <li>• learn strategies to acquire knowledge from literature and internet</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>																

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr. Ulrich Hilleringmann</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Micro-Electromechanical Systems:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://sensorik.uni-paderborn.de">http://sensorik.uni-paderborn.de</a>  <b>Methodische Umsetzung</b>          Projektorpräsentation, begleitet von Tafelskizzen und Kurzfilmen über die Funktion der Sensoren.  <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript in deutscher Sprache</li> <li>• Buch Mikrosystemtechnik vom Dozenten</li> <li>• M. Köhler: Etching in Microsystem Technology, Wiley-VCH, 1999</li> <li>• W. Elwenspoek, R. Wiegerink: Mechanical Microsensors, Springer, 2000</li> <li>• T.-R. Hsu: MEMS Packaging, INSPEC, 2004</li> <li>• U. Hilleringmann: Mikrosystemtechnik, Teubner, 2006</li> </ul> <p><i>Remarks of course Micro-Electromechanical Systems:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://sensorik.uni-paderborn.de">http://sensorik.uni-paderborn.de</a>  <b>Implementation</b>          Projector presentation accompanied by board sketches and short films about the sensor function.  <b>Teaching Material, Literature</b> * Skript in deutscher Sprache * Buch Mikrosystemtechnik vom Dozenten * M. Köhler: Etching in Microsystem Technology, Wiley-VCH, 1999 * W. Elwenspoek, R. Wiegerink: Mechanical Microsensors, Springer, 2000 * T.-R. Hsu: MEMS Packaging, INSPEC, 2004 * U. Hilleringmann: Mikrosystemtechnik, Teubner, 2006</p>

Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method			
Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method			
<b>Modulnummer / Module number:</b>  M.048.92036	<b>Workload (h):</b>  180	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>  6	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>  Sommersemester summer term
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>  1.-3. Semester	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>  1	<b>Sprache / Teaching Language:</b>  en

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a)	L.048.92036 Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
		<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact-time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
	a)	L.048.92036 Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>						
	Keine None						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> <b>Empfohlen:</b> Gute Kenntnisse der Maxwellgleichungen, ihrer Eigenschaften und Lösungen auf Niveau des Kurses "Elektromagnetische Wellen". Mathematische Grundkenntnisse in Differentialgleichungen und Vektoranalysis. None <i>Prerequisites of course Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> <b>Recommended:</b> Detailed knowledge of the Maxwell Equations, their properties and solutions as taught in the course Fields&Waves. Mathematical basis knowledge on differential equations and vector analysis.						

4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Die Veranstaltung bietet eine Einführung in die fortgeschrittene und leistungsfähige numerische Methode der Discontinuous Galerkin Methode im Zeitbereich. Mit dieser lassen sich zeit-räumliche Phänomene wie elektromagnetische Feldausbreitung und andere durch partielle Differentialgleichungen beschreibbare Effekte effizient simulieren.</p> <p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung, Motivation</li><li>• Grundlagen der Discontinuous Galerkin Methode</li><li>• Linear Systeme</li><li>• Theoretische Grundlagen, Diskrete Stabilität</li><li>• Numerische Probleme, Stabilität</li><li>• Höhere Ordnungen, Globale Eigenschaften</li><li>• Simulation elektromagnetischer Felder</li></ul> <p><i>Contents of the course Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>This course provides an introduction to the sophisticated and powerful Discontinuous Galerkin method in time domain. With this numerical technique it is possible to describe spatiotemporal effects like electromagnetic field propagation and other physical models which can be described by partial differential equations.</p> <p><b>Contents</b></p> <p>Contents</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Introduction, Motivation, History</li><li>• Basic elements of the Discontinuous Galerkin Method</li><li>• Linear systems * Theory foundation and discrete stability</li><li>• Nonlinear problems and properties</li><li>• Higher order, global problems</li><li>• Application to electromagnetic field simulation</li></ul>
---	---

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe elektromagnetische Feldprobleme mathematisch zu formulieren (Modellbildung, Analysieren)</li> <li>• die Discontinuous Galerkin Methode auf physikalische Probleme zu übertragen, anzuwenden und zu prüfen (Anwenden, Synthetisieren, Evaluieren)</li> <li>• numerisch gewonnene Ergebnisse zu visualisieren und physikalisch zu deuten (Evaluieren)</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungen</li> <li>• erlernen Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium und Internetnutzung,</li> <li>• erwerben eine fachbezogene Fremdsprachenkompetenz</li> </ul> <p><b>Domain competence:</b> After attending the course, the student will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematically model complex electromagnetic field problems</li> <li>• transfer, apply, validate the Discontinuous Galerkin method on physical problems</li> <li>• to physically interpret and visualise the obtained results</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn to transfer the acquired skills also to other disciplines</li> <li>• extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises</li> <li>• learn strategies to acquire knowledge from literature and internet</li> <li>• acquire a specialised foreign language competence</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1489 1422 1697"> <thead> <tr> <th data-bbox="277 1489 363 1585">zu</th> <th data-bbox="363 1489 975 1585">Prüfungsform</th> <th data-bbox="975 1489 1198 1585">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1198 1489 1422 1585">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="277 1585 363 1697">a)</td> <td data-bbox="363 1585 975 1697">Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td data-bbox="975 1585 1198 1697">120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td data-bbox="1198 1585 1422 1697">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%						

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)			
zu	<b>Type of examination</b>	<b>Duration or scope</b>	<b>Weighting for the module grade</b>
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Dr. Yevgen Grynko		
13	<b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Die theoretischen Konzepte werden in der Form einer Vorlesung präsentiert, in der zugehörigen programmierpraktischen Übung werden für einfache Problemstellungen der Simulationstechnik kleine Programme erstellt.  <i>Remarks of course Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> <b>Implementation</b> The theoretical concepts are presented in form of a lecture. In the corresponding exercises simulation techniques are practised by writing or adapting small programs.		

<b>Optical Communication A</b>
Optical Communication A

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.92019	180	6	Sommersemester summer term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92019 Optical Communication A	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92019 Optical Communication A	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optical Communication A:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Optical Communication A:</i> None					

<p>4</p>	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optical Communication A:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b> Die Vorlesung Optische Nachrichtentechnik A vermittelt Grundkenntnisse auf dem Gebiet der Optischen Nachrichtentechnik und der hierbei verwendeten optischen Komponenten.</p> <p><b>Inhalt</b> Grundlagen (4 SWS, 6 Leistungspunkte): Maxwell-Gleichungen, Wellenausbreitung, Polarisation, dielektrische Schichtwellenleiter und kreiszylindrische Wellenleiter, Dispersion, Laser, Photodioden, optische Verstärker, Modulation, Signalfomate, optische Empfänger, Rauschen, Regeneratoren, Wellenlängenmultiplex. Hier werden die wichtigsten Zusammenhänge vermittelt.</p> <p><i>Contents of the course Optical Communication A:</i></p> <p><b>Short Description</b> The lecture Optical Communication A gives basic knowledge in Optical Communication and the components used in this field.</p> <p><b>Contents</b> Fundamentals (4 SWS, 6 ECTS credit points): Maxwell's equations, wave propagation, polarization, dielectric slab and cylindrical waveguides, dispersion, laser, photodiodes, optical amplifiers, modulation, signal formats, optical receivers, noise, regenerators, wavelength division multiplex. Here the most important knowledge is taught.</p>
<p>5</p>	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, im behandelten Umfang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktionsweise von Komponenten, Phänomenen und Systemen der Optischen Nachrichtentechnik zu verstehen, modellieren und anzuwenden und</li> <li>• Kenntnisse der Optoelektronik anzuwenden.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und</li> <li>• sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden</li> </ul> <p><b>Professional Competence</b> After attending the course, the students will be able, in the taught subjects, to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe, model and apply the function of components, systems and effects of optical communications and</li> <li>• apply knowledge of optoelectronics</li> </ul> <p><b>(Soft) Skills</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to apply the knowledge and skills to a wide range of disciplines,</li> <li>• are able to make use of a methodical procedure when undertaking systematic analysis and</li> <li>• are, due to the abstract and precise treatment of the contents, in a position to continue and develop their learning themselves</li> </ul>



2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

6	<b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>		
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	<b>zu</b>	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min
	<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)		
	<b>zu</b>	<b>Type of examination</b>	<b>Duration or scope</b>
	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b>		
	keine none		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b>		
	Keine None		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b>		
	Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b>		
	Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b>		
	Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b>		
	Prof. Dr. Reinhold Noé		

13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Optical Communication A:</i> <b>Lehrveranstaltungsseite</b> <a href="http://ont.upb.de">http://ont.upb.de</a></p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• R. Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN ISBN 978-3-662-49623-7</li><li>• Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002</li><li>• D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik</li><li>• W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik</li><li>• G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen)</li><li>• K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992</li><li>• H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter)</li><li>• Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik)</li><li>• R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag</li></ul> <p><i>Remarks of course Optical Communication A:</i> <b>Course Homepage</b> <a href="http://ont.upb.de">http://ont.upb.de</a></p> <p><b>Teaching Material, Literature</b> Scripts, exercise sheets and advanced literature (excerpt):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• R. Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN ISBN 978-3-662-49623-7</li><li>• Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002</li><li>• D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik</li><li>• W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik</li><li>• G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen)</li><li>• K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992</li><li>• H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter)</li><li>• Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik)</li><li>• R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag</li></ul>
----	---

**Optical Communication B**

Optical Communication B

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.92020	180	6	Sommersemester summer term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92020 Optical Communication B	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92020 Optical Communication B	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optical Communication B:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Optical Communication B:</i> None					

<p>4</p>	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optical Communication B:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b>          Die Vorlesung Optische Nachrichtentechnik B vermittelt Kenntnisse auf dem Gebiet der Modenkopplung in der Optischen Nachrichtentechnik und erklärt damit die Funktion vieler optischer Komponenten.</p> <p><b>Inhalt</b>          Modenkopplung (4 SWS, 6 Leistungspunkte): Polarisationsmodendispersion, Modenorthogonalität, konstante und periodische, ko- und kontradirektionale Modenkopplung, Profile differentieller Gruppenlaufzeit, elektrooptischer Effekt. Die Funktion vieler passiver und aktiver optischer Elemente wird so erklärt, u.a. Amplituden- und Phasenmodulatoren, breitbandige und wellenlängenselektive Koppler, Bragg-Gitter, polarisationserhaltende Lichtwellenleiter, Polarisationstransformatoren, Entzerrer für Polarisationsmodendispersion und chromatische Dispersion.</p> <p><i>Contents of the course Optical Communication B:</i></p> <p><b>Short Description</b>          The lecture Optical Communication B gives some knowledge about mode coupling in Optical Communication and explains the function of many optical components.</p> <p><b>Contents</b>          Mode Coupling (4 SWS, 6 ECTS credit points): Polarization mode dispersion, moden orthogonality, constant and periodic, co- and counterdirectional mode coupling, profiles of differential group delay, electrooptic effect. The function of many passive and active optical elements is thereby explained, among others amplitude and phase modulators, broadband and wavelength-selective couplers, Bragg gratings, polarization-maintaining fibers, polarization transformers, equalizers for polarization mode dispersion and chromatic dispersion.</p>
<p>5</p>	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b>          Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, im behandelten Umfang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktionsweise von Komponenten, Phänomenen und Systemen der Optischen Nachrichtentechnik zu verstehen, modellieren und anzuwenden und</li> <li>• Kenntnisse der Optoelektronik anzuwenden.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b>          Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und</li> <li>• sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden</li> </ul>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Professional Competence</b> After attending the course, the students will be able, in the taught subjects, to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe, model and apply the function of components, systems and effects of optical communications and</li> <li>• apply knowledge of optoelectronics</li> </ul> <p><b>(Soft) Skills</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to apply the knowledge and skills to a wide range of disciplines,</li> <li>• are able to make use of a methodical procedure when undertaking systematic analysis and</li> <li>• are, due to the abstract and precise treatment of the contents, in a position to continue and develop their learning themselves</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr. Reinhold Noé</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Optical Communication B:</i></p> <p><b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://ont.upb.de">http://ont.upb.de</a></p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <p>Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN ISBN 978-3-662-49623-7</li> <li>• Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002</li> <li>• D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik</li> <li>• W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik</li> <li>• G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen)</li> <li>• K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992</li> <li>• H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter)</li> <li>• Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik)</li> <li>• R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag</li> </ul> <p><i>Remarks of course Optical Communication B:</i></p> <p><b>Course Homepage</b>  <a href="http://ont.upb.de">http://ont.upb.de</a></p> <p><b>Teaching Material, Literature</b></p> <p>Scripts, exercise sheets and advanced literature (excerpt):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN ISBN 978-3-662-49623-7</li> <li>• Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002</li> <li>• D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik</li> <li>• W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik</li> <li>• G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen)</li> <li>• K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992</li> <li>• H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter)</li> <li>• Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik)</li> <li>• R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag</li> </ul>

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Optical Communication C						
Optical Communication C						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>		<b>Turnus / Regular Cycle:</b>		
M.048.92021	180	6		Wintersemester winter term		
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>		<b>Sprache / Teaching Language:</b>		
	1.-3. Semester	1		en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92021 Optical Communication C	2V 2Ü, WS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92021 Optical Communication C	2L 2Ex, WS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optical Communication C:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Optical Communication C:</i> None					

<p>4</p>	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optical Communication C:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b> Die Vorlesung und Übung Optische Nachrichtentechnik C vermittelt Kenntnisse über verschiedene optische Modulations- und Demodulationsverfahren.</p> <p><b>Inhalt</b> Modulationsverfahren (4 SWS, 6 Leistungspunkte): Datenübertragung mit differentieller binärer und quaternärer Phasenumtastung und optischen Verstärkern, Polarisationsmultiplex, kohärente optische Datenübertragung, Synchrondemodulation, Asynchrondemodulation, kohärente Basisbandempfänger, Polarisationsdiversität, elektronische Kompensation optischer Verzerrungen wie z.B. elektronische Polarisationsregelung und elektronische Kompensation von Polarisationsmodendispersion und chromatischer Dispersion, Phasenrauschen, weitere Modulationsverfahren. Fortschrittliche Modulationsverfahren sind eine wichtige Möglichkeit zur Weiterentwicklung leistungsfähiger optischer Nachrichtenübertragungssysteme.</p> <p><i>Contents of the course Optical Communication C:</i></p> <p><b>Short Description</b> The lecture Optical Communication C gives knowledge in various optical modulation and demodulation techniques.</p> <p><b>Contents</b> Modulation Formats (4 SWS, 6 ECTS credit points): Data transmission by differential binary and quaternary phase shift keying in the presence of optical amplifiers, polarization division multiplex, coherent optical data transmission, synchronous and asynchronous demodulation, coherent baseband receivers, polarization diversity, electronic compensators of optical distortions like electronic polarization control and electronic compensation of polarization mode dispersion and chromatic dispersion, phase noise, other modulation formats. Advanced modulation formats are an important possibility for the upgrading of high-performance optical information transmission systems.</p>
<p>5</p>	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, im behandelten Umfang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktionsweise von Komponenten, Phänomenen und Systemen der Optischen Nachrichtentechnik zu verstehen, modellieren und anzuwenden und</li> <li>• Kenntnisse der Optoelektronik anzuwenden.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und</li> <li>• sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden</li> </ul>



## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Professional Competence</b> After attending the course, the students will be able, in the taught subjects, to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe, model and apply the function of components, systems and effects of optical communications and</li> <li>• apply knowledge of optoelectronics</li> </ul> <p><b>(Soft) Skills</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to apply the knowledge and skills to a wide range of disciplines,</li> <li>• are able to make use of a methodical procedure when undertaking systematic analysis and</li> <li>• are, due to the abstract and precise treatment of the contents, in a position to continue and develop their learning themselves</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keien None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr. Reinhold Noé</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Optical Communication C:</i></p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <p>Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN ISBN 978-3-662-49623-7</li> <li>• Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002</li> <li>• D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik</li> <li>• W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik</li> <li>• G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen)</li> <li>• K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992</li> <li>• H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter)</li> <li>• Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik)</li> <li>• R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag</li> </ul> <p><i>Remarks of course Optical Communication C:</i></p> <p><b>Teaching Material, Literature</b></p> <p>Scripts, exercise sheets and advanced literature (excerpt):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN ISBN 978-3-662-49623-7</li> <li>• Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002</li> <li>• D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik</li> <li>• W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik</li> <li>• G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen)</li> <li>• K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992</li> <li>• H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter)</li> <li>• Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik)</li> <li>• R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag</li> </ul>

### Optical Communication D

Optical Communication D

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.92022	180	6	Sommersemester summer term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92022 Optical Communication D	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92022 Optical Communication D	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optical Communication D:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Optical Communication D:</i> None					

<p>4</p>	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optical Communication D:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b>          Die Vorlesung Optische Nachrichtentechnik D vermittelt Kenntnisse über nichtlineare optische Verzerrungen in Lichtwellenleitern, elektronische Detektion linearer Verzerrungen, außerdem Polarisationsverwürfelung.</p> <p><b>Inhalt</b>          Ausgewählte Kapitel (4 SWS, 6 Leistungspunkte) in Optischer Nachrichtentechnik: Nichtlineare Verzerrungen in Lichtwellenleitern und ihre Polarisationsabhängigkeit, elektronische Detektion linearer optischer Verzerrungen, Polarisationsverwürfelung, . . . . Nichtlineare Verzerrungen haben große Praxisbedeutung und sind schwierig zu beherrschen. Die Studenten sollten außerdem Themen ihrer Wahl vorbereiten und den anderen vortragen.</p> <p><i>Contents of the course Optical Communication D:</i></p> <p><b>Short Description</b>          The lecture Optical Communication D gives knowledge about nonlinear optical effects in waveguides, their electronical detection, furthermore polarization scrambling.</p> <p><b>Contents</b>          Selected Topics (4 SWS, 6 ECTS credit points) in Optical Communication: Nonlinear distortions in glass fibers and their polarization dependence, electronic detection of linear optical distortions, polarization scrambling, . . . . Nonlinear distortions are important in practice and difficult to handle. The students should also prepare topics of their choice and present them to the others.</p>
<p>5</p>	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b>          Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, im behandelten Umfang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktionsweise von Komponenten, Phänomenen und Systemen der Optischen Nachrichtentechnik zu verstehen, modellieren und anzuwenden und</li> <li>• Kenntnisse der Optoelektronik anzuwenden.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b>          Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und</li> <li>• sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden</li> </ul>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Professional Competence</b> After attending the course, the students will be able, in the taught subjects, to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe, model and apply the function of components, systems and effects of optical communications and</li> <li>• apply knowledge of optoelectronics</li> </ul> <p><b>(Soft) Skills</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to apply the knowledge and skills to a wide range of disciplines,</li> <li>• are able to make use of a methodical procedure when undertaking systematic analysis and</li> <li>• are, due to the abstract and precise treatment of the contents, in a position to continue and develop their learning themselves</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr. Reinhold Noé</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Optical Communication D:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://ont.upb.de">http://ont.upb.de</a>  <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>          Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN ISBN 978-3-662-49623-7</li> <li>• Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002</li> <li>• D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik</li> <li>• W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik</li> <li>• G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen)</li> <li>• K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992</li> <li>• H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter)</li> <li>• Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik)</li> <li>• R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag</li> </ul> <p><i>Remarks of course Optical Communication D:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://ont.upb.de">http://ont.upb.de</a>  <b>Teaching Material, Literature</b>          Scripts, exercise sheets and advanced literature (excerpt):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN ISBN 978-3-662-49623-7</li> <li>• Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002</li> <li>• D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik</li> <li>• W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik</li> <li>• G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen)</li> <li>• K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992</li> <li>• H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter)</li> <li>• Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik)</li> <li>• R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag</li> </ul>

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Optical Waveguide Theory						
Optical Waveguide Theory						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>		<b>Turnus / Regular Cycle:</b>		
M.048.92038	180	6		Sommersemester summer term		
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>		<b>Sprache / Teaching Language:</b>		
	1.-3. Semester	1		en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92038 Optical Waveguide Theory	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92038 Optical Waveguide Theory	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optical Waveguide Theory:</i> <b>Empfohlen:</b> Grundlagen der Elektrodynamik (auf Niveau des Kurses "Elektromagnetische Wellen"), Mathematische Grundlagen (Bachelor Niveau). None <i>Prerequisites of course Optical Waveguide Theory:</i> <b>Recommended:</b> Bachelor-level knowledge in electrodynamics and mathematics as taught in the course Fields&Waves.					

4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optical Waveguide Theory:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b>  Dielektrische optische Wellenleiter sind Schlüsselemente heutiger integrierter optischer/photonischer Schaltkreise. Dieser Kurs bietet eine Einführung zur theoretischen Behandlung und eine Grundlage für weitergehende Modellierung, Simulation und Design von Wellenleitern.</p> <p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Photonik, integrierte Optik, dielektrische Wellenleiter: Beispiele, Motivation.</li> <li>• Kurze Wiederholung der benötigten mathematischen Hilfsmittel.</li> <li>• Maxwellgleichung in verschiedenen Formulierungen, Klassen von Problemen.</li> <li>• Normale Moden in dielektrischen optischen Wellenleitern, Orthogonalität, Vollständigkeit, Streumatrizen, reziproke Schaltkreise.</li> <li>• Beispiele für dielektrische optische Wellenleiter (Mehrschichtsysteme, integriert-optische Kanäle, Glasfasern), gebogene Wellenleiter, Whispering-Gallery Moden.</li> <li>• Coupled mode theory in konventioneller kodirektionaler, und hybrid analytischer/numerischer Variante, Störungstheorie für optische Wellenleiter.</li> <li>• Optional: Behandlung von Randbedingungen, Anfangsbedingungen (Strahlpropagations-Methode), Wellenleiter-Diskontinuitäten (BEP/QUEP Simulationen), Photonische-Kristall-Wellenleiter und -Fasern, plasmonische Wellenleiter.</li> </ul> <p><i>Contents of the course Optical Waveguide Theory:</i></p> <p><b>Short Description</b>  Dielectric optical waveguides constitute key-elements of present-day integrated optical / photonic circuits. This course provides an introduction to their theoretical background, and, as such, a sound basis for further, more specific, modelling, simulation, and design work, as well as for experimental activities in the field.</p> <p><b>Contents</b> * Photonics / integrated optics, dielectric waveguides: introductory examples, motivation. * Brush up on mathematical tools. * Maxwell equations, survey of different formulations; classes of simulation tasks. * Normal modes of dielectric optical waveguides, orthogonality, completeness, scattering matrices, reciprocal circuits. * Examples for dielectric optical waveguides (multilayer slabs, integrated optical channels, fibers), bent waveguides, whispering gallery resonances. * Coupled mode theory, conventional codirectional, and hybrid analytical / numerical variant, perturbations of optical waveguides. * Optional, brief remarks on: boundary conditions, initial value problems (beam propagation method), waveguide discontinuities (BEP/QUEP simulations), photonic crystal waveguides &amp; fibers, plasmonic waveguides.</p>
---	--



5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Systeme der integrierten Optik und Photonik mathematisch zu formulieren (Modellbildung, Analysieren)</li><li>• analytische Lösungsmethoden und Näherungsverfahren zu identifizieren, anzuwenden und zu validieren (Anwenden, Synthetisieren, Evaluieren)</li><li>• die gewonnenen Ergebnisse zu veranschaulichen und physikalisch zu bewerten (Evaluieren)</li><li>• theoretische Modelle für Systeme der integrierten Optik und Photonik zu entwickeln und deren Gültigkeit zu validieren (Synthetisieren, Evaluieren)</li></ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• lernen, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen (Elemente der Elektrotechnik, Physik und Mathematik werden angesprochen),</li><li>• erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben und der Vorstellung und Diskussion ihrer eigenen Lösungen,</li><li>• erlernen Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium und Internetnutzung,</li><li>• erwerben weitere fachbezogene Fremdsprachenkompetenz.</li></ul> <p><b>Domain competence:</b> After attending the course, the student will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• to mathematically model electromagnetic field problems of systems in integrated optics and photonics</li><li>• to identify, apply and verify appropriate analytical methods and approximation techniques</li><li>• to physically interpret and visualise the obtained results</li><li>• to extend, develop and validate theoretical models for integrated optics and photonics</li></ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• learn to transfer the acquired skills also to other disciplines</li><li>• extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises</li><li>• learn strategies to acquire knowledge from literature and internet</li><li>• acquire a specialised foreign language competence</li></ul>
---	--

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

6	<b>Prüfungsleistung / Assessments:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.				
	<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)			
	zu	<b>Type of examination</b>	<b>Duration or scope</b>	<b>Weighting for the module grade</b>
	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the examination will be conducted.				
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).			
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)			
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Dr. Manfred Hammer			

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Optical Waveguide Theory:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://ei.uni-paderborn.de/tet/">http://ei.uni-paderborn.de/tet/</a>  <b>Methodische Umsetzung</b>                  Die theoretischen Konzepte werden in der Form einer Vorlesung präsentiert; Übungen und Hausaufgaben vertiefen und ergänzen die Theorie.</p> <p><i>Remarks of course Optical Waveguide Theory:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://ei.uni-paderborn.de/tet/">http://ei.uni-paderborn.de/tet/</a>  <b>Implementation</b>                  The theoretical concepts will be presented as a lecture. The methods presented will be practiced in exercises classes and by means of homework assignments.</p>
----	--

Power Electronics						
Power Electronics						
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:			
M.048.92023	180	6	Wintersemester winter term			
	Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):	Sprache / Teaching Language:			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
a)	L.048.92023 Power Electronics	2V 2Ü, WS	60	120	WP	50
	Course	form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92023 Power Electronics	2L 2Ex, WS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b></p> <p>Keine</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Power Electronics:</i></p> <p>Keine</p> <p>None</p> <p><i>Prerequisites of course Power Electronics:</i></p> <p>None</p>
4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Power Electronics:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Die Aufgabe der Leistungselektronik ist die Umformung zwischen verschiedenen elektrischen Energieformen mit Hilfe elektronischer Schaltungen. Die Vorlesung führt in die Prinzipien der modernen Leistungselektronik und ihrer Aufgabenstellungen ein. Die wesentlichen Grundschaltungen werden erörtert und analysiert und typische Anwendungen aus Industrie, Energiewirtschaft und Verkehrstechnik erläutert.</p> <p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idealisierung leistungselektronischer Schaltungen als schaltende Netzwerke</li> <li>• Grundschaltungen selbstgeführter Stromrichter: Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller</li> <li>• Grundschaltungen fremdgeführter Stromrichter</li> <li>• Kommutierung, Entlastungsschaltungen</li> <li>• Mittelwertmodellierung</li> <li>• Pulsweitenmodulation, Strom- und Spannungsschwankungen, Oberschwingungen</li> <li>• Thermische Modellierung und Auslegung</li> <li>• Beispielanwendungen aus den Bereichen Bahn, Straßenfahrzeuge, Industrie und Energieerzeugung und -verteilung</li> </ul> <p><i>Contents of the course Power Electronics:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>The task of power electronics is the conversion between various kinds of electrical energy by means of electronic circuits. The lecture introduces the modern power electronic principles and their tasks. The basic power electronic circuits are introduced and analyzed. Typical application examples from the fields of industry, energy and transportation are discussed.</p> <p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelling power electronic circuits as idealised switching networks</li> <li>• Basic circuits of self-commutated converters: Buck and boost converters</li> <li>• Basic circuits of line- and load-commutated converters</li> <li>• Commutation, snubber circuits</li> <li>• State-Space averaging</li> <li>• Pulse width modulation, current and voltage ripples, harmonics</li> <li>• Application examples from railway, automotive, industry, and energy generation and distribution</li> </ul>

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis moderner Prinzipien elektrischer Energieumformung</li> <li>• Kompetenz zur Beurteilung, Auswahl und Auslegung leistungselektronischer Schaltungen</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studenten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungen,</li> <li>• erlernen Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium und Internetnutzung,</li> <li>• erwerben eine fachbezogene Fremdsprachenkompetenz.</li> </ul> <p><b>Domain competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understanding the modern principles of electrical energy conversion</li> <li>• Competence to evaluate, select and design power electronic circuits</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn to transfer the learned skills also to other disciplines,</li> <li>• extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises,</li> <li>• learn strategies to acquire knowledge from literature and internet.</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the examination will be conducted.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Joachim Böcker</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Power Electronics:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://www.lea.upb.de">http://www.lea.upb.de</a>  <b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Wechsel aus Tafelanschrieb und vorbereiteter Präsentation</li> <li>• Gruppenübungen</li> <li>• Rechnerübungen im Computerraum</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>          Vorlesungsfolien und Skript, weitere Literaturempfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Böcker: Skript/lecture notes: Leistungselektronik</li> <li>• D. Schröder: Elektrische Antriebe, Band 4: Leistungselektronische Schaltungen, Springer, 1998</li> <li>• N. Mohan, T. Undeland, W. Robbins: Power Electronics - Converters, Applications and Design, John Wiley &amp; Sons, Inc., 2. Edition, 2001</li> <li>• R. Erickson, D. Maksimovic: Fundamentals of Power Electronics, Kluwer Academic Publishers, 2. Edition, 2001</li> </ul>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Remarks of course Power Electronics:

---

**ATTENTION - IMPORTANT NOTICE** The course doesn't take place in winter term 2020/21. Please see the notice boards of the group.

---

### Course Homepage

<http://www.lea.upb.de>

### Implementation

- Lecture using blackboard as well as prepared slides
- Exercises within the group
- Exercises in the computer room

\*\*Teaching Material, Literature

Lecture notes, slides. Other literature will be given in the lecture

- J. Böcker: Skript/lecture notes: Leistungselektronik
- D. Schröder: Elektrische Antriebe, Band 4: Leistungselektronische Schaltungen, Springer, 1998
- N. Mohan, T. Undeland, W. Robbins: Power Electronics - Converters, Applications and Design, John Wiley & Sons, Inc., 2. Edition, 2001
- R. Erickson, D. Maksimovic: Fundamentals of Power Electronics, Kluwer Academic Publishers, 2. Edition, 2001

Processing of Semiconductors						
Processing of Semiconductors						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.92024	180	6	Sommersemester summer term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92024 Processing of Semiconduc- tors	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92024 Processing of Semiconductors	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b> Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b> Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Processing of Semiconductors:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Processing of Semiconductors:</i> None					
4	<b>Inhalte / Contents:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Processing of Semiconductors:</i> <b>Kurzbeschreibung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung einkristalliner Siliziumscheiben</li> <li>• Oxidationsverfahren</li> <li>• Fotolithografiertechniken</li> <li>• Ätzverfahren</li> <li>• Dotiertechniken</li> <li>• Depositionsverfahren</li> <li>• MOS-Prozesse</li> <li>• Packaging</li> </ul> <b>Inhalte</b> Die Vorlesung behandelt die technologischen Schritte zur Herstellung von Transistoren und integrierte Schaltungen. Dabei stehen die technischen Verfahren einschließlich deren Modellierung im Vordergrund. Nach Besuch der Veranstaltung sind die Lernenden in der Lage, die Techniken zur Schaltungsintegration detailliert zu erläutern. ,					



## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

		<p><i>Contents of the course Processing of Semiconductors:</i></p> <p><b>Short Description</b>                  The lecture Processing of Semiconductors describes the technical steps to build integrated circuits on silicon wafers. Physical models of the process steps will be given and the technical equipment will be explained. The students are able to explain the integration process for integrated circuits in detail.</p> <p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation of Silicon</li> <li>• Optical Lithography and Electron Beam Lithography</li> <li>• Diffusion of Dopants</li> <li>• Ion Implantation</li> <li>• Epitaxy</li> <li>• Chemical Vapour Deposition</li> <li>• Physical Deposition Techniques</li> <li>• MOS Processes</li> <li>• CMOS Technology</li> <li>• Packaging (in short)</li> </ul>																
5		<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b>                  Die Studierenden sind in der Lage, die Geräte und Prozesse der Halbleitertechnik zu erklären. Sie sind in der Lage, dieses Wissen bei der Integration komplexer integrierter Schaltungen anzuwenden.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b>                  Systematisches Lösen von Problemen, Erkennen von sich ausbreitenden Einflüssen</p> <p><b>Domain competence:</b>                  The students are able to explain the equipment and the processes of the semiconductor technology. They are able to apply this knowledge for the integration of complex integrated circuits.</p> <p><b>Key qualifications:</b>                  Systematic of solving problems, detection of spreading influences</p>																
6		<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)                      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)                      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)             </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)                      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)                      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)             </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote															
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%															
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade															
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%															

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr. Ulrich Hilleringmann</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Processing of Semiconductors:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://sensorik.uni-paderborn.de">http://sensorik.uni-paderborn.de</a>  <b>Methodische Umsetzung</b>          Beamer-Präsentation, begleitet von Tafelskizzen und Kurzfilmen über die technische Ausstattung.  <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. M. Sze: VLSI technology</li> </ul> <p><i>Remarks of course Processing of Semiconductors:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://sensorik.uni-paderborn.de">http://sensorik.uni-paderborn.de</a>  <b>Implementation</b>          Beamer presentation accompanied by board sketches and short films about the technical equipment.  <b>Teaching Material, Literature</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. M. Sze: VLSI technology</li> </ul>

**Radio Frequency Power Amplifiers**

Radio Frequency Power Amplifiers

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.92025	180	6	Wintersemester winter term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92025 Radio Frequency Power Am- plifiers	2V 2Ü, WS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92025 Radio Frequency Power Am- plifiers	2L 2Ex, WS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Radio Frequency Power Amplifiers:</i> <b>Empfohlen:</b> Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik, Physik, Grundlagen der Elektrotechnik, Werkstoffe der Elektrotechnik, Halbleiterbauelemente, Signaltheorie und Systemtheorie, Hochfrequenzelektronik. None <i>Prerequisites of course Radio Frequency Power Amplifiers:</i> <b>Recommended:</b> Prior knowledge from the modules Higher Mathematics, Physics, and the Foundations of Electrical Engineering, Materials of Electrical Engineering, Semiconductor Devices, Signal Theory, System Theory, High-Frequency Electronics.					

4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Radio Frequency Power Amplifiers:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Die Veranstaltung vermittelt grundlegende Kenntnisse über den Entwurf integrierter Hochfrequenzleistungsverstärker insbesondere für Anwendungen in der Mobilkommunikation und der Sensorik.</p> <p><b>Inhalt</b></p> <p>Die Veranstaltung beginnt mit einem Überblick über Analyse- und Simulationsverfahren für nichtlineare Verstärkerschaltungen. Danach werden zunächst die herkömmlichen Verstärkerklassen A, AB, B und C analysiert und dabei insbesondere Übersteuerungseffekte untersucht. Darauf aufbauend werden die speziellen Verstärkerklassen D, E, F und S eingeführt. Anschließend werden Techniken zur Verbesserung des Wirkungsgrades sowie der Linearität erläutert und spezielle Verstärkerarchitekturen vorgestellt. Die Veranstaltung endet mit einer Übersicht über für Leistungsverstärker einsetzbare Halbleitertechnologien.</p> <p><i>Contents of the course Radio Frequency Power Amplifiers:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>The course provides basic knowledge on the design of integrated RF power amplifiers, in particular for mobile communication and sensor applications.</p> <p><b>Contents</b></p> <p>The course starts with an overview on analysis and simulation techniques for non-linear circuits. After that, first the conventional amplifier classes A, AB, B, and C are analysed and in particular overdrive effects are investigated. Second, the specific amplifier classes D, E,F, and S are introduced. Next, dedicated measures for the efficiency enhancement and linearization are described and particular amplifier architectures are presented. The course ends with an overview on semiconductor fabrication technologies for power amplifiers.</p>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b></p> <p>Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• das Verhalten von nichtlinearen Verstärkern zu beschreiben und analysieren,</li><li>• die verschiedenen Verstärkerklassen zu unterscheiden, zielgerichtet einzusetzen und zu dimensionieren,</li><li>• geeignete Maßnahmen zur Verbesserung des Wirkungsgrades sowie der Linearität zu ergreifen</li><li>• und die für konkrete Problemstellungen geeignetste Halbleitertechnologie auswählen.</li></ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• können methodisches Wissen bei der systematischen Problemanalyse einsetzen,</li><li>• beziehen in komplexe Optimierungsprobleme auch fertigungstechnische und ökonomische Aspekte ein,</li><li>• lernen das industrieübliche CAD-System ADS kennen</li><li>• und erwerben fachbezogene Fremdsprachenkompetenz.</li></ul>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	<p><b>Domain competence:</b> After attending the course, the students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe and analyse the performance of non-linear amplifiers,</li> <li>• distinguish, make dedicated use, and dimension power amplifiers of different classes,</li> <li>• take effective measures for efficiency enhancement and linearization,</li> <li>• and to select appropriate semiconductor fabricated technologies for given problems.</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can make use of methodic knowledge for systematic problem analysis,</li> <li>• include aspects of fabrication technology and economy into complex optimization problems,</li> <li>• get familiar with the CAD system ADS, which is commonly used in industry</li> <li>• and gain foreign language competences related to the field.</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">zu</th> <th style="width: 55%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">zu</th> <th style="width: 55%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 20%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none</p>																
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None</p>																
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>																
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>																

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Prof. Dr. Andreas Thiede</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Radio Frequency Power Amplifiers:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://groups.uni-paderborn.de/hfe/lehre/acc.html">http://groups.uni-paderborn.de/hfe/lehre/acc.html</a>  <b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, unterstützt durch Animationen und Folien,</li> <li>• Präsenzübungen mit Aufgabenblättern, deren Lösungen die Studierenden in der Übung gemeinsam und mit Unterstützung des Übungsleiters, teilweise unter Einsatz von CAD-Software erarbeiten.</li> </ul> <p>**Lernmaterialien, Literaturangaben  A. Thiede, RF Power Amplifiers, Vorlesungsskript Universität Paderborn  A. Thiede, RF Power Amplifiers, Lecture Script University Paderborn  Steve C. Cripps, RF Power Amplifiers for Wireless Communications, Artech House, 1999  Stephen A. Maas, Nonlinear Microwave and RF Circuits, Artech House, 1997</p> <p><i>Remarks of course Radio Frequency Power Amplifiers:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://groups.uni-paderborn.de/hfe/teaching/acc.html">http://groups.uni-paderborn.de/hfe/teaching/acc.html</a>  <b>Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectures with black board presentation, supported by animated graphics and transparencies</li> <li>• Presence exercises with task sheets to be solved by the students together, supported by the teacher, and partially using CAD software.</li> </ul> <p><b>Teaching Material, Literature</b>  A. Thiede, RF Power Amplifiers, Lecture Script University Paderborn  Steve C. Cripps, RF Power Amplifiers for Wireless Communications, Artech House, 1999  Stephen A. Maas, Nonlinear Microwave and RF Circuits, Artech House, 1997</p>

Sensor Technology			
Sensor Technology			
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>
M.048.92026	180	6	Sommersemester summer term
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>
	1.-3. Semester	1	en

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a)	L.048.92026 Sensor Technology	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
		<b>Course</b>	<b>form of teaching</b>	<b>contact-time (h)</b>	<b>self-study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
	a)	L.048.92026 Sensor Technology	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>						
	Keine None						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Sensor Technology:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Sensor Technology:</i> None						
4	<b>Inhalte / Contents:</b>						
	<i>Inhalte der Lehrveranstaltung Sensor Technology:</i> <b>Kurzbeschreibung</b> Die Lehrveranstaltung „Mikrosensorik“ behandelt Konzepte und Wirkprinzipien mikroelektronischer Sensoren. Das Arbeitsgebiet erstreckt sich von Temperatur- und Strahlungssensoren über chemische Sensoren wie die Lambdasonde im automotiven Bereich bis hin zu Magnetfeldsensoren, so dass ein breites Spektrum abgedeckt wird. Ebenfalls soll das Grundverständnis der Herstellung hybrider und integrierter Sensoren vermittelt werden. <b>Inhalt</b> Im Einzelnen werden die folgenden Themen behandelt:						
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellungsverfahren</li> <li>• Temperatursensoren</li> <li>• Sensoren für Kraft, Druck und Beschleunigung</li> <li>• Magnetfeldsensoren</li> <li>• Feuchtesensoren</li> <li>• Chemische Sensoren</li> </ul>						

*Contents of the course Sensor Technology:*

**Short Description**

The lecture Sensor Technology describes the physical behaviour of typical sensors and their applications in industry. Ranges and limitations of the sensors are presented. The lecture includes thermal sensors, force and magnetic sensors, gas and humidity sensitive devices

**Contents**

Temperature Sensors:

- Metal Resistors
- NTC
- PTC
- Junction Sensor
- Spreading Resistance Temperature Sensor
- Thermoelectric Sensors

Optical Sensors:

- Resistances and Diodes
- Photo Transistors
- CCD
- Thermal Column

Magnet Field Sensors:

- Hall Sensor
- Gauss Sensor Plate
- Ferromagnetic Resistive Sensors
- Split Drain Transistor
- Magneto Diode
- Flux-Gate-Sensor

Acceleration Based Sensors:

- Force
- Acceleration
- Rotation Rate Sensors

Gas Sensors:

- Metal-Oxide Sensors
- Catalytic Sensors
- SAW Sensors



5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Herstellungsverfahren mikroelektronischer Bauelemente zu verstehen und zu erklären</li> <li>• die Wirkprinzipien verschiedener Sensoren nachzuvollziehen und zu beschreiben</li> <li>• Anwendungsgebiete der unterschiedlichen Sensoren für reale Einsatzzwecke zuzuordnen</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsspezifische Lösungen finden</li> <li>• die trainierten Problemlösungsstrategien disziplinübergreifend einsetzen,</li> <li>• ihre Lösungen den anderen Teilnehmern in Übungen präsentieren und</li> <li>• die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen.</li> </ul> <p><b>Domain competence:</b> The students are able to describe the operation principle of different kinds of sensor devices and can choose a suitable sensor for a given application. They can explain the setup or manufacturing processes for the sensor devices. They can write down the sensitivity of different kind of sensors.</p> <p><b>Key qualifications:</b> The students learn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to transfer the knowledge of sensor devices to other applications</li> <li>• to work in groups to solve problems</li> <li>• thinking in systems, not on device level</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="279 1249 1420 1460"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="279 1527 1420 1738"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Type of examination</th> <th>Duration or scope</th> <th>Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>																

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr. Ulrich Hilleringmann</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Sensor Technology:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://Sensorik.uni-paderborn.de/lehre">http://Sensorik.uni-paderborn.de/lehre</a>  <b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Projektor und Tafel</li> <li>• Präsenzübungen mit Übungsblättern zu den theoretischen Grundlagen, Prä-sentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>          Vorlesungsfolien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hilleringmann: Mikrosystemtechnik</li> <li>• Elbel: Mikrosensorik</li> <li>• Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien auf der Webseite</li> </ul> <p><i>Remarks of course Sensor Technology:</i>  <b>Course Homepage</b>  <a href="http://sensorik.uni-paderborn.de">http://sensorik.uni-paderborn.de</a>  <b>Implementation</b>          Beamer presentation accompanied by board sketches.  <b>Teaching Material, Literature</b>          Elvensproek: Mechanical Microsensors Handbook of Sensor Devices</p>

**Solar Electric Energy Systems**

Solar Electric Energy Systems

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>	<b>Turnus / Regular Cycle:</b>			
M.048.92033	180	6	Sommersemester summer term			
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>	<b>Sprache / Teaching Language:</b>			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.92033 Solar Electric Energy Sys- tems	2V 2Ü, SS	60	120	WP	50
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.92033 Solar Electric Energy Sys- tems	2L 2Ex, SS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Solar Electric Energy Systems:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Solar Electric Energy Systems:</i> None					

4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Solar Electric Energy Systems:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b> Umwandlung von Sonnenlicht in Elektrizität zur Energieversorgung: Grundlagen, Eigenschaften der Wandler und Materialien, Performance, Energieertrag, Lebensdauer, Normen, Prüfung, Systeme, Modellierung, Simulation.</p> <p><b>Inhalt</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Potentiale, astronomische Gegebenheiten, Einstrahlung, Abschattung</li><li>2. Konzentration, Solarthermische Energiewandlung</li><li>3. Prinzip der photovoltaischen Energiewandlung, Parameter photovoltaischer Wandler</li><li>4. Herstellung von Solarzellen, Solarmodulen, Kenndaten</li><li>5. PV-Systeme: Verkabelung, Wechselrichter, Netzanschlusskonfigurationsmöglichkeiten</li><li>6. PV-Systeme: Aufständigung, BoS, Autonome- vs. netzgebundene Systeme, Kosten</li><li>7. Marktentwicklung der PV: Off-Grid-Märkte, Märkte durch Einspeisetarife (FIT), Eigenversorgung, Kostenentwicklung</li><li>8. Simulation von PV-Systemen und Microgrids mittels HOMER</li><li>9. Leistung: optische, thermische und elektrische Modellierung, Simulation, Messung</li><li>10. Haltbarkeit von PV-Modulen und Systemen: Standards, Tests, Degradationseffekte</li><li>11. Energiespeicher</li><li>12. Aufbau von PV-Grossanlagen</li><li>13. PV für die generelle Stromversorgung: Vorhersagbarkeit der PV-Leistung, Kombination mit anderen Energiequellen, Speicher, Lastmanagement</li><li>14. Exkursion zu einem PV-Kraftwerk (Besuch, Interview mit dem Betreiber, Dokumentation)</li></ol> <p><i>Contents of the course Solar Electric Energy Systems:</i></p> <p><b>Short Description</b> Conversion of solar energy into electricity for power supply: Basics, properties of devices and materials, performance issues, energy yield, durability, standards, testing, systems, modeling, simulation.</p> <p><b>Contents</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Potentials, Irradiance, Shadowing</li><li>2. Concentration, Solar thermal systems</li><li>3. Principle of photovoltaic conversion, making of solar cells, characteristics of photovoltaic conversion devices</li><li>4. Manufacturing of solar modules, characteristics, performance</li><li>5. PV systems: wiring, inverters, grid-connected system configurations</li><li>6. PV systems: Mounting, BoS, Off- vs. On-grid grid Systems, Costs</li><li>7. Market development of PV: off-grid markets, markets triggered by feed-in tariffs (FiT), self-sustainable markets, cost and price development</li><li>8. Simulation of PV Systems and Microgrids via the HOMER software</li><li>9. Performance: optical, thermal and electrical modeling, simulation, measurement</li><li>10. Durability of PV modules and systems: Standards, tests, degradation effects</li><li>11. Energy Storage</li><li>12. Set-up methods for large scale PV power plants</li><li>13. PV for general electricity supply: Predictability, combination with other energy sources, Modification, Load Management</li><li>14. Excursion to a solar research unit or a solar project</li></ol>
---	--

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die spezifischen Eigenschaften einer Energieerzeugung mittels solarthermischer und photovoltaischer Wandler zu verstehen.</li> <li>• solarelektrische Kraftwerke sowohl in ihrer Gesamtheit also auch in gewissen Details zu verstehen, zu analysieren, zu beurteilen, und im groben Umfang PV-Kraftwerke zu planen.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der Implementierung einer nachhaltigen Energieversorgung einsetzen</li> <li>• sind in der Lage, sich in der Zukunft selbst weiterzubilden</li> </ul> <p><b>Domain competence:</b> After completing the course the students should be Students in a position to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• be familiarized with the basics of solar electric power engineering.</li> <li>• understand the specific characteristics of a power supply via solar-thermal and photovoltaic energy conversion. understand, analyze and evaluate solar electric power plants and to be enabled to plan a layout of a PV power plant</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are enabled to apply the knowledge and skills across disciplines</li> <li>• are enabled to use method-oriented approaches for the implementation of sustainable energy supply</li> <li>• are enabled to educate themselves in the future.</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Stefan Krauter</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Solar Electric Energy Systems:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://www.nek.upb.de/lehre">http://www.nek.upb.de/lehre</a>  <b>Methodische Umsetzung</b>          Vorlesung mit praktischen Beispielrechnungen &amp; Simulationen; Exkursion zu Praxisbeispielen /  <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>          Martin A. Green: Solar Cells Solar Cells: Operating Principles, Technology, and System Applications, UNSW, Sydney, Publisher: Prentice Hall, 1981. Stuart R. Wenham, Martin A. Green, Muriel Watt, Richard Corkish, Alistair Sproul: Applied Photovoltaics, UNSW, Sydney, softcover version: Earthscan, 2012. Stefan Krauter: Solar Electric Power Generation. 1st Ed. Springer: Berlin, Heidelberg, New York, 2006. Stefan Krauter: Solar Electric Power Generation. 2nd Ed. Springer: Berlin, Heidelberg, New York, 2019 (under preparation, preprint available). Stefan Krauter, S.: Simple and effective methods to match photovoltaic power generation to the grid load profile for a PV based energy system. In: Solar Energy 159 (2018) S. 768–776. Stephen W. Fardo, Dale R. Patrick: Electrical Power Systems Technology. The Fairmont Press, Inc., 2009.</p>

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<p><i>Remarks of course Solar Electric Energy Systems:</i></p> <p><b>Course Homepage</b>  <a href="http://www.nek.upb.de/lehre">http://www.nek.upb.de/lehre</a></p> <p><b>Implementation</b>  Lecture combined with practical examples &amp; simulations; Excursion to see applications in practice</p> <p><b>Teaching Material, Literature</b> Martin A. Green: Solar Cells Solar Cells: Operating Principles, Technology, and System Applications, UNSW, Sydney, Publisher: Prentice Hall, 1981. Stuart R. Wenham, Martin A. Green, Muriel Watt, Richard Corkish, Alistair Sproul: Applied Photovoltaics, UNSW, Sydney, softcover version: Earthscan, 2012. Stefan Krauter: Solar Electric Power Generation. 1st Ed. Springer: Berlin, Heidelberg, New York, 2006. Stefan Krauter: Solar Electric Power Generation. 2nd Ed. Springer: Berlin, Heidelberg, New York, 2015 (under preparation, pre-print available). Stephen W. Fardo, Dale R. Patrick: Electrical Power Systems Technology. The Fairmont Press, Inc., 2009.</p>
--

VLSI-Testing						
VLSI-Testing						
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:			
M.048.92027	180	6	Wintersemester winter term			
	Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):	Sprache / Teaching Language:			
	1.-3. Semester	1	en			
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
	a) L.048.92027 VLSI Testing	2V 2Ü, WS	60	120	WP	50
	Course	form of teachin	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a) L.048.92027 VLSI Testing	2L 2Ex, WS	60	120	CE	50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b></p> <p>Keine</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung VLSI Testing:</i></p> <p><b>Empfohlen:</b> Digitaltechnik</p> <p>None</p> <p><i>Prerequisites of course VLSI Testing:</i></p> <p><b>Recommended:</b> Introduction to Computer Engineering (Digital Design)</p>
4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung VLSI Testing:</i></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Die Lehrveranstaltung "Test hochintegrierter Schaltungen" behandelt systematische Verfahren zur Erkennung von Hardware-Defekten in mikroelektronischen Schaltungen. Es werden sowohl Algorithmen zur Erzeugung und Auswertung von Testdaten als auch Hardwarestrukturen zur Verbesserung der Testbarkeit und für den eingebauten Selbsttest vorgestellt.</p> <p><b>Inhalt</b></p> <p>Im einzelnen werden die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlermodelle</li> <li>• Testbarkeitsmaße und Maßnahmen zur Verbesserung der Testbarkeit</li> <li>• Logik- und Fehlersimulation</li> <li>• Algorithmen zur Testmustererzeugung</li> <li>• Selbsttest, insbesondere Testdatenkompression und Testantwortkompaktierung</li> <li>• Speichertest</li> </ul> <p><i>Contents of the course VLSI Testing:</i></p> <p><b>Short Description</b></p> <p>The course "VLSI Testing" focuses on techniques for detecting hardware defects in micro-electronic circuits. Algorithms for test data generation and test response evaluation as well as hardware structures for design for test (DFT) and on-chip test implementation (BIST) are presented.</p> <p><b>Contents</b></p> <p>In detail the following topics are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fault models</li> <li>• Testability measures and design for test (DFT)</li> <li>• Logic and fault simulation</li> <li>• Automatic test pattern generation (ATPG)</li> <li>• Built-in self-test (BIST), in particular test data compression and test response compaction</li> <li>• Memory test</li> </ul>



5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlermodelle, Maßnahmen zur Verbesserung der Testbarkeit und Werkzeuge zur Unterstützung des Tests zu beschreiben,</li> <li>• die grundlegenden Modelle und Algorithmen für Fehlersimulation und Test zu erklären und anzuwenden, sowie</li> <li>• Systeme im Hinblick auf ihre Testbarkeit zu analysieren und geeignete Teststrategien auszuwählen.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die trainierten Problemlösungsstrategien disziplinübergreifend einsetzen,</li> <li>• ihre Lösungen den anderen Teilnehmern präsentieren und</li> <li>• die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen.</li> </ul> <p><b>Domain competence:</b> After attending the course, the students will be able</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to describe fault models, DFT techniques, and test tools,</li> <li>• to explain and apply the underlying models and algorithms for fault simulation and test generation,</li> <li>• to analyze systems with respect to their testability and to derive appropriate test strategies.</li> </ul> <p><b>Key qualifications:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to apply the practiced strategies for problem solving across varying disciplines,</li> <li>• have experience in presenting their solutions to their fellow students, and</li> <li>• know how to improve their competences by private study.</li> </ul>																
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td> <td>120-180 min oder 30-45 min oder 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP)      <input type="checkbox"/> Module exam (MP)      <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 40%;">Type of examination</th> <th style="width: 20%;">Duration or scope</th> <th style="width: 30%;">Weighting for the module grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Written or Oral Examination or Presentation</td> <td>120-180 min or 30-45 min or 30 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min	100%														

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b></p> <p>keine none</p>
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b></p> <p>Keine None</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b></p> <p>Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b></p> <p>Prof. Dr. Sybille Hellebrand</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung VLSI Testing:</i>  <b>Lehrveranstaltungsseite</b>  <a href="http://www.date.upb.de/pages/en/teaching.php?id=9">http://www.date.upb.de/pages/en/teaching.php?id=9</a>  <b>Methodische Umsetzung</b> * Vorlesung mit Beamer und Tafel * Präsenzübungen in kleinen Gruppen mit Übungsblättern zu den theoretischen Grundlagen, Präsentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer * Praktische Übungen mit verschiedenen Software-Werkzeugen am Rechner  <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>  Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien im jeweiligen koala-Kurs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Michael L. Bushnell, Vishwani D. Agrawal, „Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory, and Mixed-Signal VLSI Circuits,“ Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academic Publishers, 2000</li> <li>• Laung-Terng Wang, Cheng-Wen Wu, Xiaoqing Wen, „VLSI Test Principles and Architectures: Design for Testability,“ Morgan Kaufmann Series in Systems on Silicon, ISBN: 0123705975</li> </ul>

Remarks of course VLSI Testing:

**Course Homepage**

<http://www.date.upb.de/pages/en/teaching.php?id=9>

**Implementation**

- Lecture based on slide presentation, extensions on blackboard
- Exercises in small groups based on exercise sheets with students presenting their own solutions
- Hands-on exercises using various software tools

**Teaching Material, Literature**

Additional material can be found in koala

- Michael L. Bushnell, Vishwani D. Agrawal, „Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory, and Mixed-Signal VLSI Circuits,“ Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academic Publishers, 2000
- Laung-Terng Wang, Cheng-Wen Wu, Xiaoqing Wen, „VLSI Test Principles and Architectures: Design for Testability,“ Morgan Kaufmann Series in Systems on Silicon, ISBN: 0123705975

## 2.6 Modulgruppe / Module Group: Electrical Systems Engineering

Die Studierenden können zwei beliebige Module aus den folgenden Modulgruppen wählen

- Signal & Information Processing
- Electronics & Devices

oder die Studierenden können Pflichtmodule aus den anderen Vertiefungsrichtungen wählen.

Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 2x60 h; Selbststudium: 2x120 h; Gesamtarbeitsaufwand: 360 h

---

Students may choose any two modules from the following module groups

- Signal & Information Processing
- Electronics & Devices

or the students may choose compulsory modules from the other specialization.

Workload:

Time of attendance: 2x60 h; individual study: 2x120 h; total workload: 360 h

## 2.7 Projekte / Projects

Die Studierenden müssen entweder zwei Projekte im Umfang von je einem Semester mit je 9 CP oder ein Projekt im Umfang von zwei Semestern mit 18 CP durchführen. Die Themen Analyse, Design, Realisierung und Test werden in kleinen Gruppen (max. 10 Studenten) bearbeitet. Die Projekte werden von den verschiedenen Fachgebieten des Instituts EIM-E angeboten.

Students have to carry out either two projects each lasting one semester with 9 CP each, or one project lasting two semesters with 18 CP. The topics analysis, design, realization and test will be covered in small groups (max. 10 students). The projects are offered by the different research groups from the institute EIM-E.

Projects						
Projects						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>		<b>Turnus / Regular Cycle:</b>		
M.048.98501-98599	540	18		Sommer- / Wintersemester summer- / winter term		
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>		<b>Sprache / Teaching Language:</b>		
	2.-3. Semester	2		en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
a)	L.048.98501 - 98999 Project name (Project)	18P, WS+SS	270	270	P	25
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
a)	L.048.98501 - 98999 Project name (Project)	18P, WS+SS	270	270	C	25

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

2	<p><b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b></p> <p>1 aus n 1 of n</p>
3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b></p> <p>Keine</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Project name (Project):</i></p> <p>Keine</p> <p>None</p> <p><i>Prerequisites of course Project name (Project):</i></p> <p>None</p>
4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p>Projektgruppen arbeiten im Team an Aufgabenstellungen, die thematisch in das wissenschaftliche Umfeld des Instituts mit seinen vielschichtigen engen Kooperationen mit Betrieben und der Industrie eingebettet sind. Diese Vernetzung des Instituts mit vielen namhaften Unternehmen eröffnet vielfältige und interessante Aufgabenstellungen für den Projektbetrieb und dient der Förderung des Berufsfeld- und Arbeitsmarktbezugs und dem Erwerb von fachübergreifenden Kompetenzen.</p> <p>Project groups will be formed as teams to work on tasks where the relevant subjects are embedded in the scientific environment of the institute and its versatile, close cooperations with enterprises and industries. The intercommunication between the institute and renowned companies opens up numerous and attractive tasks for project works and serves to underline the relevance for the professional field and the employment market, and to support the acquisition of interdisciplinary competences.</p>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p>In der Projektarbeit sollen die Studierenden selbstständiges wissenschaftliches und ingenieurmäßiges Bearbeiten von abgegrenzten theoretischen und praxisbezogenen Aufgabenstellungen im Team praktizieren. Sie sollen dadurch zur Lösung komplexer Probleme im Team befähigt werden, wobei neben der Eigenständigkeit auch die Organisationsfähigkeit der Studierenden erlernt werden soll. Sie sollen auch in der Lage sein, die Forschungsaufgabe zu formulieren, die Auswahl der Methoden und die Analyse zu dokumentieren und das Ergebnis ihrer Arbeit strukturiert zu präsentieren. Nach dem Abschluss der Projektarbeit verfügen die Studierenden über vertiefte fachliche Kompetenzen in einem ausgewählten Bereich und erkennen den Anwendungsbezug ihrer Studieninhalte.</p> <p>In the course of the project work students should practice independent, scientific and engineering processing of clearly defined theoretical and practical tasks within the team. This should enable them to solve complex problems as a team, while at the same time acquiring the capability for independent working as well as organizational skills. The students should also learn to formulate the research task, document the methods and analysis and present the findings of their work in a structured manner. Having completed the project work, the students will command in-depth technical competences in a selected area and understand the application relevance of their course contents.</p>

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

6	<b>Prüfungsleistung / Assessments:</b>			
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	<b>zu</b>	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
	a)	Ausarbeitung und Präsentation	30 min	100%
	<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)			
	<b>zu</b>	<b>Type of examination</b>	<b>Duration or scope</b>	<b>Weighting for the module grade</b>
	a)	Written report and presentation	30 min	100%
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b>			
	keine none			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b>			
	Keine None			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b>			
	Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b>			
	Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).			
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b>			
	Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)			
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b>			
	Dr.-Ing. Carsten Balewski			
13	<b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b>			
	Wechselnde Dozenten Changing lecturers			

## 2.8 Studium Generale / General Studies

Die Studierenden können aus allen an der Universität angebotenen Modulen frei wählen. Es wird jedoch empfohlen, dass Studierende mit geringen oder keinen Deutschkenntnissen einen Teil ihres Studiums dem Erwerb von Deutschkenntnissen widmen.

Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 2x30h; Selbststudium: 2x60h; Gesamtarbeitsaufwand: 180 h

Students may choose freely from all modules offered at the University. However, it is recommended that students with limited or no proficiency in German devote part of their studies to acquire German language skills.

Workload:

Time of attendance: 2x30h; individual study: 2x60 h; total workload: 180 h

General Studies - Master						
General Studies - Master						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>  180	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>  6		<b>Turnus / Regular Cycle:</b>  Sommer- / Wintersemester summer- / winter term		
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>  1.-2. Semester	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>  2		<b>Sprache / Teaching Language:</b>  de / en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>  Es können Deutschkurse oder beliebige Kurse außerhalb des Studiengangs Electrical Systems Engineering gewählt werden.					

## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	German language courses or any courses outside of the degree course electrical systems engineering may be chosen.		
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b> Keine None		
4	<b>Inhalte / Contents:</b> Abhängig von den gewählten Modulen / Kursen. Depending on the modules / courses chosen.		
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b> Die Studierenden erweitern ihren wissenschaftlichen Horizont über die Grenzen der Elektrotechnik und ihres gewählten Nebenfachs hinaus. Je nach gewähltem Kurs haben sie Kompetenzen in den Bereichen Kommunikationsfähigkeit, Teamarbeit und Präsentationstechniken erworben. <b>Nicht-kognitive Fähigkeiten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Engagement</li> <li>• Kooperation</li> <li>• Medienkompetenz</li> <li>• Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> <li>• Selbstbeobachtung</li> </ul> Students expand their scientific horizons beyond the boundaries of electrical Engineering and their chosen minor. Depending on the chosen course, they have acquired competencies in communication skills, teamwork and presentation techniques. <b>Non-cognitive Skills</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Commitment</li> <li>• Cooperation</li> <li>• Media competence</li> <li>• Literacy (scientific)</li> <li>• Self-monitoring</li> </ul>		
6	<b>Prüfungsleistung / Assessments:</b> <input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>
		<b>Gewichtung für die Modulnote</b>	
Der verantwortliche Dozent gibt Art und Dauer der Prüfungsmodalitäten spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt.			
	<input type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)		
	zu	<b>Type of examination</b>	<b>Duration or scope</b>
		<b>Weighting for the module grade</b>	
The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.			



## 2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Abhängig von den gewählten Modulen / Kursen. Depending on the modules / courses chosen.
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen (MTP) bestanden sind. The credit points are awarded after all module examinations (MTP) were passed.
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Dr.-Ing. Carsten Balewski
13	<b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b> keine none

### 2.9 Masterarbeit / Master's Thesis

Die Studierenden müssen eine Masterarbeit von einem Semester Dauer anfertigen, die 30 LP umfasst.

Arbeitsaufwand:

Vollzeit für ein Semester - Gesamtarbeitsaufwand: 900 h

---

Students have to carry out a Master's thesis of one semester duration, resulting in 30 CP.

Workload:

## *2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions*

Full time for one semester – total workload: 900 h

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<b>Master thesis</b>						
Master thesis						
<b>Modulnummer / Module number:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte / Credits:</b>		<b>Turnus / Regular Cycle:</b>		
A.048.90000	900	30		Sommer- / Wintersemester summer- / winter term		
	<b>Studiensemester / Semester number:</b>	<b>Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):</b>		<b>Sprache / Teaching Language:</b>		
	4. Semester	1		en		
1	<b>Modulstruktur / Module structure:</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr- form</b>	<b>Kontakt- zeit (h)</b>	<b>Selbst- studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen- größe (TN)</b>
	<b>Course</b>	<b>form of teachin</b>	<b>contact- time (h)</b>	<b>self- study (h)</b>	<b>status (C/CE)</b>	<b>group size (TN)</b>
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:</b>					
	Keine None					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:</b>					
	Die Voraussetzungen für den Beginn der Masterarbeit sind in § 10 Abs. 3 der Prüfungsordnung geregelt. The prerequisites for the start of the master's thesis are detailed in § 10 section 3 of the examination regulations.					

4	<p><b>Inhalte / Contents:</b></p> <p><b>Kurzbeschreibung</b>                  Die Masterarbeit ist eine selbstständig zu erstellende schriftliche Prüfungsarbeit, die die wissenschaftliche Ausbildung abschließt. Sie kann auch in Form einer Gruppenarbeit zugelassen werden, wenn der als Prüfungsleistung zu bewertende Beitrag der einzelnen Kandidatin bzw. des einzelnen Kandidaten aufgrund der Angabe von Abschnitten, Seitenzahlen oder anderen objektiven Kriterien, die eine eindeutige Abgrenzung ermöglichen, deutlich unterscheidbar und bewertbar ist.</p> <p><b>Inhalt</b>                  Die konkreten Inhalte der Masterarbeit hängen von der jeweiligen Aufgabenstellung durch das betreuende Fachgebiet im Institut ab. Die Arbeit kann eher methodenorientiert aber auch mehr anwendungsorientiert sein; sie ist thematisch in das wissenschaftliche Umfeld des Instituts mit seinen vielschichtigen engen Kooperationen mit Betrieben und der Industrie eingebettet. Diese Vernetzung des Instituts mit vielen namhaften Unternehmen eröffnet vielfältige und interessante Aufgabenstellungen für Masterarbeiten und dient der Förderung des Berufsfeld- und Arbeitsmarktbezugs und dem Erwerb von fachübergreifenden Kompetenzen.</p> <p><b>Short Description</b>                  The master thesis is a written examination paper to be authored without external help, and completes the scientific training. A thesis written as group work is also admissible if the individual candidate's contribution to be assessed as an exam paper can be distinguished and evaluated on the basis of sections or pages specified and other objective criteria allowing a clear differentiation.</p> <p><b>Contents</b>                  The concrete content of the master thesis depends on the task defined by the supporting group of the institute. The focus of the thesis can either be placed on the methods applied, or the thesis can be oriented towards the applications. In both cases, the thesis subject will be embedded in the scientific environment of the institute and its versatile, close cooperations with enterprises and industries. The intercommunication between the institute and renowned companies opens up numerous and attractive tasks for master papers and serves to underline the relevance for the professional field and the employment market, and to support the acquisition of interdisciplinary competences.</p>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:</b></p> <p>Mit der Masterarbeit hat die Absolventin bzw. der Absolvent gezeigt, dass sie bzw. er die Fähigkeit besitzt, innerhalb einer bestimmten Frist ein Problem der Elektrotechnik nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. In der Arbeit sind im Zuge des Studiums erworbene Kompetenzen, insbesondere fachlich-methodische Kompetenzen und gegebenenfalls fachübergreifende Kompetenzen, von der Absolventin bzw. vom Absolventen eingesetzt worden.</p> <p>By completing the master thesis the graduates prove their capability to elaborate on a problem in electrical engineering within a defined period of time by applying scientific methods. The thesis will also serve to prove that the graduates are capable of applying competences acquired in the course of their studies, in particular technical-methodical competences and where applicable interdisciplinary competences.</p>								
6	<p><b>Prüfungsleistung / Assessments:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1778 1422 1921"> <thead> <tr> <th data-bbox="277 1778 363 1872">zu</th> <th data-bbox="363 1778 975 1872">Prüfungsform</th> <th data-bbox="975 1778 1198 1872">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1198 1778 1422 1872">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="277 1872 363 1921"></td> <td data-bbox="363 1872 975 1921">Masterarbeit und Arbeitsplan</td> <td data-bbox="975 1872 1198 1921"></td> <td data-bbox="1198 1872 1422 1921">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote		Masterarbeit und Arbeitsplan		100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
	Masterarbeit und Arbeitsplan		100%						

2 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<input checked="" type="checkbox"/> Final module exam (MAP) <input type="checkbox"/> Module exam (MP) <input type="checkbox"/> Partial module exams (MTP)			
zu	<b>Type of examination</b>	<b>Duration or scope</b>	<b>Weighting for the module grade</b>
	Master thesis and working plan		100%
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:</b> keine none		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</b> Keine None		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits:</b> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen / Reuse in degree courses:</b> Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	<b>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:</b> Dr.-Ing. Carsten Balewski		
13	<b>Sonstige Hinweise / Other Notes:</b> Betreuung jeweils durch Hochschullehrerinnen bzw. Hochschullehrer des Instituts Supervision by academic staff of the institute		

### 3 Übersicht des Modulangebotes im Wintersemester / Overview of the offered modules in winter term

- A.048.90000 Master thesis ..... 217
- M.048.90100 Circuit and Systems Design ..... 116
- M.048.90102 Modeling and Simulation ..... 8
- M.048.90103 Management of Technical Projects ..... 12
- M.048.90104 Topics in Systems Engineering ..... 17
- M.048.90501 Introduction to Algorithms ..... 33
- M.048.90704 Fast Integrated Circuits for Wireline Communications ..... 142
- M.048.9070X Cognitive Systems Engineering ..... 58
- M.048.92001 Advanced System Theory ..... 5
- M.048.92002 High Frequency Engineering ..... 29
- M.048.92004 Statistical Signal Processing ..... 42
- M.048.92006 Advanced Topics in Robotics ..... 49
- M.048.92007 Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip ..... 53
- M.048.92008 Digital Image Processing I ..... 69
- M.048.92011 Optimal and Adaptive Filters ..... 86
- M.048.92014 Topics in Signal Processing ..... 107
- M.048.92017 High-Frequency Electronics ..... 147
- M.048.92018 Micro-Electromechanical Systems ..... 156
- M.048.92021 Optical Communication C ..... 173
- M.048.92023 Power Electronics ..... 186
- M.048.92025 Radio Frequency Power Amplifiers ..... 193
- M.048.92027 VLSI-Testing ..... 206
- M.048.92030 Topics in Pattern Recognition and Machine Learning ..... 101
- M.048.92034 Energy Transition ..... 137
- M.048.98501-98599 Projects ..... 211
- M.079.4077 Data Science for Physics and Engineering ..... 65
- General Studies - Master ..... 214

## 4 Übersicht des Modulangebotes im Sommersemester / Overview of the offered modules in summer term

• A.048.90000 Master thesis .....	217
• M.048.90101 Fields & Waves .....	121
• M.048.90104 Topics in Systems Engineering .....	17
• M.048.9070X Cognitive Systems Engineering .....	58
• M.048.92005 Statistical and Machine Learning .....	37
• M.048.92007 Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip .....	53
• M.048.92010 Digital Image Processing II .....	73
• M.048.92012 Robotics .....	94
• M.048.92015 Analog CMOS ICs .....	130
• M.048.92016 Controlled AC Drives .....	134
• M.048.92019 Optical Communication A .....	165
• M.048.92020 Optical Communication B .....	169
• M.048.92022 Optical Communication D .....	177
• M.048.92024 Processing of Semiconductors .....	190
• M.048.92026 Sensor Technology .....	197
• M.048.92028 Integrated Circuits for Wireless Communication .....	151
• M.048.92033 Solar Electric Energy Systems .....	201
• M.048.92035 Wireless Communications .....	110
• M.048.92036 Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method .....	161
• M.048.92037 Advanced Control .....	46
• M.048.92038 Optical Waveguide Theory .....	181
• M.048.92041 Digital Speech Signal Processing .....	24
• M.048.92043 Advanced VLSI Design .....	126
• M.048.92044 Topics in Audio, Speech and Language Processing .....	98
• M.048.92045 Reinforcement Learning .....	90
• M.048.98501-98599 Projects .....	211
• General Studies - Master .....	214

Erzeugt am 7. März 2022 um 15:41.

---

**HERAUSGEBER  
PRÄSIDIUM DER UNIVERSITÄT PADERBORN  
WARBURGER STR. 100  
33098 PADERBORN**

**[HTTP://WWW.UNI-PADERBORN.DE](http://www.uni-paderborn.de)**

---

**ISSN 2199-2819**