

AMTLICHE MITTEILUNGEN

VERKÜNDUNGSBLATT DER UNIVERSITÄT PADERBORN AM.UNI.PB

AUSGABE 35.24 VOM 24. MAI 2024

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

VOM 24. MAI 2024

**Besondere Bestimmungen der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang
Electrical Systems Engineering der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik
an der Universität Paderborn**

vom 24. Mai 2024

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 2 des Gesetzes vom 5. Dezember 2023 (GV. NRW. S. 1278), 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
§ 35a Pflichtberatung	6
§ 36 Anerkennung von Leistungen	7
§ 37 Prüfungsausschuss und Prüfende	7
§ 38 Teilnahmevoraussetzungen, Meldung und Abmeldung	7
§ 39 Leistungen in Modulen	7
§ 40 Masterarbeit, Abschlusspräsentation	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 selbständig 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 Ausland¹ 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 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 Signal & Information Processing mit 6 Leistungspunkten,
 - ii. Pflichtmodul Statistical and Machine Learning aus der Modulgruppe Introduction to Signal & Information Processing mit 9 Leistungspunkten,oder
bei Wahl der Spezialisierung Electronics & Devices:

¹ Als englischsprachig im Rahmen dieser Ordnung gelten Länder, in denen Englisch Amtssprache und die Lehrsprache (Medium of Instruction) des entsprechenden Studiengangs ist.

- iii. Pflichtmodul Electromagnetic Waves and Waveguides aus der Modulgruppe Introduction to Electronics & Devices mit 9 Leistungspunkten,
 - iv. Pflichtmodul Analysis and Design of Electronic Circuits 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. 1 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 9 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. Abschlussmodul (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 9 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.

§ 35a **Pflichtberatung**

Studierende sind auf Anforderung der Hochschule zur Teilnahme an einer Fachstudienberatung verpflichtet, wenn die Hälfte der Regelstudienzeit, frühestens drei Monate nach dem Ende des zweiten Studiensemesters, abgelaufen ist und sie Prüfungsleistungen im Umfang von weniger als ein Drittel der zu dem Einladungszeitpunkt zu erreichende Leistungspunkten erbracht haben. Im Übrigen gilt § 58a Absatz 3 Satz 2 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen.

§ 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) Zum Abschlussmodul kann nur zugelassen werden, wer mindestens 60 Leistungspunkten erreicht hat. Hierzu gehören die Pflichtmodule im Umfang von 27 LP:
 - a. Advanced System Theory und Modeling & Simulation
 - b. Electromagnetic Waves and Waveguides und Analysis and Design of Electronic Circuits (Spezialisierung E&D)
 - c. Statistical Signal Processing und Statistical and Machine Learning (Spezialisierung I&S)Zudem kann zum Abschlussmodul 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.
- (4) Ein Wahlpflichtmodul ist gewählt, wenn sich die bzw. der Studierende zur Modulprüfung angemeldet hat und keine Abmeldung von der Prüfung mehr möglich ist.

§ 39 Leistungen in Modulen

- (1) In den Modulen sind Leistungen 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) Qualifizierte Teilnahmen werden gemäß § 15 der Allgemeinen Bestimmungen erbracht. Folgende andere Form ist insbesondere vorgesehen:

Programmieraufgabe

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

§ 40 **Masterarbeit, Abschlusspräsentation**

- (1) Der Masterarbeit soll einen Umfang von 120 DIN A4-Seiten nicht überschreiten. Die Bearbeitungszeit für die Masterarbeit beträgt sechs Monate. Beträgt die Dauer weniger als vier Monate, so muss dies durch die Betreuerin bzw. den Betreuer schriftlich beim Prüfungsausschuss begründet werden.
- (2) Das Abschlussmodul 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) In der Regel vier Wochen nach Bekanntgabe des Themas präsentiert die Kandidatin bzw. der Kandidat die Vorgehensweise und den Arbeitsplan für die Masterarbeit in einer Zwischenpräsentation (ca. 30-45 Minuten). In der Regel vier Wochen nach Abgabe der Masterarbeit müssen das Thema und die Ergebnisse der Masterarbeit in einer mündlichen Abschlusspräsentation (ca. 45-60 Minuten) vorgestellt werden. Die Abschlusspräsentation fließt als Teil der Masterarbeit in ihre Bewertung 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 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 nach § 21 Absatz 2 der Allgemeinen Bestimmungen ermittelte Gesamtnote mindestens 1,1 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. Im Einzelfall kann die Ablegung als Klausur gemäß § 22 Absatz 2 der Allgemeinen Bestimmungen beim Prüfungsausschuss beantragt 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 Wintersemester 2024/25 erstmalig für den Masterstudiengang Electrical Systems Engineering der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik eingeschrieben werden.
- (2) Studierende, die bereits vor dem Wintersemester 2024/25 eingeschrieben worden sind, legen ihre Masterprüfung einschließlich Wiederholungsprüfungen nach der Prüfungsordnung in der Fassung vom 31. März 2022 (AM.Uni.Pb. 12.22), 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 2027 nach der Prüfungsordnung in der Fassung vom 31. März 2022 (AM.Uni.Pb. 12.22), ablegen. Danach wird die Masterprüfung einschließlich Wiederholungsprüfungen nach diesen Besonderen Bestimmungen abgelegt.
- (3) Die Prüfungen einschließlich Wiederholungsprüfungen zu den Modulen „Fields and Waves“ und „Statistical and Machine Learning (6 Leistungspunkte)“ können letztmalig im Wintersemester 2025/26 nach der Prüfungsordnung für den Master-Studiengang Electrical Systems Engineering der

Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik an der Universität Paderborn vom 31. März 2022 (AM.Uni.Pb. 22.22) abgelegt werden.

- (4) Die Modul Projektarbeit kann letztmalig im Sommersemester 2024 nach der Prüfungsordnung für den Master-Studiengang Elektrotechnik der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik an der Universität Paderborn vom 31. März 2022 (AM.Uni.Pb. 11.22) angemeldet werden. Für die ab Wintersemester 2024/25 angemeldeten Module gelten die Regularien dieser Besonderen Bestimmungen.

§ 45

Inkrafttreten und Veröffentlichung

- (1) Diese Besonderen Bestimmungen treten am 1. Oktober 2024 in Kraft. Gleichzeitig tritt die Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Electrical Systems Engineering vom 31. März 2022 (AM.Uni.Pb. 11.22), 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 22. Mai 2023 sowie nach Prüfung der Rechtmäßigkeit durch das Präsidium der Universität Paderborn vom 21. Juni 2023.

Paderborn, den 24. Mai 2024

Die Präsidentin
der Universität Paderborn

Professorin Dr. Birgitt Riegraf

Anhang

Anhang I: Beispiel-Studienpläne

Die folgenden Abbildungen zeigen jeweils einen exemplarischen Studienplan für die Spezialisierungen

- Electronics & Devices und
- Signal & Information Processing

des Masterstudiengangs Electrical Systems Engineering mit seinen Modulen und Leistungspunkten (LP) pro Modul. Es sind die Module bzw. Modulgruppen aufgeführt, jeweils mit der Angabe der Semesterwochenstunden (Präsenzzeit) und des Arbeitsaufwandes. Pro Semester sind die gesamte wöchentliche Präsenzzeit und die erzielbaren Leistungspunkte angegeben.

MS Electrical Systems Engineering			
Specialization: Electronics & Devices			
1. Semester 20 SWS, 30 CP	2. Semester 20 SWS, 30 CP	3. Semester 20 SWS, 30 CP	4.Semester 30 CP
Introduction to ESE <i>Compulsory subject</i>	Intro. to Electronics & Devices <i>Compulsory subject E&D</i>	Electronics & Devices <i>Compulsory elective</i>	Master Thesis
Advanced System Theory	Electromagnetic Waves and Waveguides		
(4 SWS, 6 CP)	(6 SWS, 9 CP)	(4 SWS, 6 CP)	
Introduction to ESE <i>Compulsory subject</i>	Electronics & Devices <i>Compulsory elective</i>	Electrical Systems Engineering <i>Elective</i>	
Modeling & Simulation			
(4 SWS, 6 CP)	(4 SWS, 6 CP)	(4 SWS, 6 CP)	
Intro. to Electronics & Devices <i>Compulsory subject E&D</i>		Electrical Systems Engineering <i>Elective</i>	
Analysis and Design of Electronic Circuits			
(4 SWS, 6 CP)		(4 SWS, 6 CP)	
Fundamentals of ESE <i>Compulsory elective</i>			
(4 SWS, 6 CP)			
Management and Application <i>Compulsory subject</i>	Projects <i>Elective</i>	Projects <i>Elective</i>	
Management of Technical Projects			
(2 SWS, 3 CP)	(6 SWS, 9 CP) (2 x 6 SWS, 18 CP)	(6 SWS, 9 CP)	
General Studies <i>Elective</i>	General Studies <i>Elective</i>	Management and Application <i>Compulsory seminar</i>	
Language Course German or Other	Language Course German or Other	Topics in Systems Engineering	
(2 SWS, 3 CP)	(2 SWS, 6 CP)	(2 SWS, 3 CP)	(30 CP)
Abbreviations:			
SWS: Hours per week CP: ECTS credits			

SWS: Hours per week
CP: ECTS credits

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.

Modulgruppe Module	LP Mo- dul- gruppe LP Modul	Anzahl und Form der Prü- fungen	Bemerkung
Modulgruppe <i>Introduction to Electrical Systems Engineering</i>	12	2 mündliche Prüfungen, Klausuren oder Referate als Modulabschlussprüfungen	2 Pflichtmodule
Advanced System Theory Modeling & Simulation	6 6		
Modulgruppe <i>Introduction to Electronics & Devices</i>	15	2 mündliche Prüfungen, Klausuren oder Referate als Modulabschlussprüfungen	2 Pflichtmodule für Spezialisierung <i>Electronics & Devices</i> Voraussetzung für den Abschluss des Moduls „Electromagnetic Waves and Waveguides“ und die Vergabe von Leistungspunkten ist der Nachweis der qualifizierten Teilnahme an Electromagnetic Waves and Waveguides– Practical Exercise.
Analysis and Design of Electronic Circuits Electromagnetic Waves and Waveguides	6 9		
Modulgruppe <i>Introduction to Signal & Information Processing</i>	15	2 mündliche Prüfungen, Klausuren oder Referate als Modulabschlussprüfungen	2 Pflichtmodule für Spezialisierung <i>Signal & Information Processing</i> Voraussetzung für den Abschluss des Moduls „Statistical and Machine Learning“ und die Vergabe von Leistungspunkten ist der Nachweis der qualifizierten Teilnahme an Statistical and Machine Learning – Practical Exercise.
Statistical Signal Processing Statistical and Machine Learning	6 9		
Modulgruppe <i>Fundamentals of Electrical Systems Engineering</i>	6	1 mündliche Prüfungen, Klausuren oder Referate als Modulabschlussprüfungen	Wahl von 1 Wahlpflichtmodul
Advanced Control Introduction to Algorithms Digital Speech Signal Processing High-Frequency Engineering			

Modulgruppe Module	LP Mo- dul- gruppe LP Modul	Anzahl und Form der Prü- fungen	Bemerkung
Modulgruppe <i>Management and Appli- cation</i>	6	2 mündliche Prüfun- gen, Klausuren oder Referate als Modulab- schlussprüfungen	2 Pflichtmodule
Management of Technical Projects Topics in Systems Engineering	3 3		
Modulgruppe <i>Electronics & Devices</i>	12 Je 6	2 mündliche Prüfun- gen, Klausuren oder Referate als Modulab- schlussprüfungen	2 Wahlpflichtmodule für Spezialisie- rung <i>Electronics & Devices</i>
Modulgruppe <i>Signal & Information Processing</i>	12 Je 6	2 mündliche Prüfun- gen, Klausuren oder Referate als Modulab- schlussprüfungen	2 Wahlpflichtmodule für Spezialisie- rung <i>Signal & Information Proces- sing</i>
Modulgruppe <i>Electrical Systems En- gineering</i>	12 Je 6	2 mündliche Prüfun- gen, Klausuren oder Referate als Modulab- schlussprüfungen	2 Wahlpflichtmodule
Projektgruppe	18	Projektarbeit	1 Wahlpflichtmodul 18 LP oder 2 Wahlpflichtmodule je 9 LP Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung nach § 15 Absatz 2 je Projekt. Die konkrete Erbringungsform ist dem Modul- handbuch zu entnehmen.
Abschlussarbeit	30		Pflichtmodul; Voraussetzung für den Abschluss des Moduls und die Vergabe von Leis- tungspunkten ist der Nachweis der qualifizierten Teilnahme in Form ei- nes 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 Dynamical Systems
- 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 Generale Projektmodul Masterarbeit
	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 Generale Projektmodul Masterarbeit

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 V3 (ESEMA v3)

STAND: 3. MAI 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Modulbeschreibungen / Module Descriptions	3
1.1	Modulgruppe / Module Group: Introduction to Electrical Systems Engineering	3
1.1.1	Pflicht-Modulgruppe / Compulsory Module Group: Advanced System Theory	3
1.1.2	Pflicht-Modulgruppe / Compulsory Module Group: Modeling and Simulation	6
1.2	Modulgruppe / Module Group: Management and Application	10
1.2.1	Pflicht-Modulgruppe / Compulsory Module Group: Management of Technical Pro- jects	10
1.2.2	Pflicht-Modulgruppe / Compulsory Module Group: Topics in System Engineering .	15
1.3	Modulgruppe / Module Group: Fundamentals of Electrical Systems Engineering	18
1.4	Spezialisierung / Specialization-Specific: Signal and Information Processing	36
1.4.1	Pflicht-Modulgruppe / Compulsory Module Group: Introduction to Signal and Infor- mation Processing	36
1.4.2	Modulgruppe / Module Group: Signal and Information Processing	45
1.5	Spezialisierung / Specialization-Specific: Electronics and Devices	119
1.5.1	Pflicht-Modulgruppe / Compulsory Module Group: Introduction to Electronics and Devices	119
1.5.2	Modulgruppe / Module Group: Electronics and Devices	129
1.6	Modulgruppe / Module Group: Electrical Systems Engineering	203
1.7	Pflicht-Projekte / Compulsory Projects	204
1.8	Studium Generale / General Studies	207
1.9	Abschlussmodul / Final Degree Module	210
2	Übersicht des Modulangebotes im Wintersemester / Overview of the offered modules in winter term	214
3	Übersicht des Modulangebotes im Sommersemester / Overview of the offered modules in summer term	215

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1.1 Modulgruppe / Module Group: Introduction to Electrical Systems Engineering

1.1.1 Pflicht-Modulgruppe / Compulsory Module Group: Advanced System Theory

Advanced System Theory							
Advanced System Theory							
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:			
M.048.92001	180	6		Wintersemester winter term			
	Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):		Sprache / Teaching Language:			
	1. Semester	1		en			
1	Modulstruktur / Module structure:						
		Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
	a)	L.048.92001 Advanced System Theory	2V 2Ü, WS	60	120	P	60/30
		Course	form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.92001 Advanced System Theory	2L 2Ex, WS	60	120	C	60/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine						

	None
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced System Theory:</i> Empfohlen: Voraussetzung ist ein Grundverständnis von Differentialgleichungen, linearer Algebra und Laplace-Transformationen, wie sie in einem typischen Grundstudium der Systemtheorie behandelt werden. None <i>Prerequisites of course Advanced System Theory:</i> Recommended: 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.
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced System Theory:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalte Systemmodelle und Differentialgleichungen • Zustandsraum- und E/A-Beschreibungen • Beziehungen zwischen internen und externen Beschreibungen • Reaktion von Systemen mit kontinuierlicher und diskreter Zeit • Stabilität, Kontrollierbarkeit, Beobachtbarkeit • Zustandsraumrealisierungen von externen Beschreibungen • Rückgekoppelte Systeme <i>Contents of the course Advanced System Theory:</i> Short Description 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. Contents • System models and differential equations • State-space and I/O descriptions • Relations between internal and external descriptions • Response of continuous- and discrete-time systems • Stability, controllability, observability • State-space realizations of external descriptions • Feedback systems

5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: 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. 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.																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></table> ☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><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></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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.																

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Erdal Kayacan
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced System Theory:</i> Lehrveranstaltungsseite https://en.ei.uni-paderborn.de/rat Methodische Umsetzung Vorlesung mit Übung (teilweise mit Simulationen am Rechner) Panda-Kurs für Kommunikation und Organisation Lernmaterialien, Literaturangaben Handouts und Übungs-/Tutoriumsfragen; Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben <i>Remarks of course Advanced System Theory:</i> Course Homepage https://en.ei.uni-paderborn.de/rat Implementation Lectures and exercises (including some computer simulations) Panda course for communication and material distribution Teaching Material, Literature Handouts and exercise / tutorial questions; literature references will be given in the first lecture

1.1.2 Pflicht-Modulgruppe / Compulsory Module Group: Modeling and Simulation

Modeling and Simulation			
Modeling and Simulation			
Modulnummer / Module number: M.048.90102	Workload (h): 180	Leistungspunkte / Credits: 6	Turnus / Regular Cycle: Wintersemester winter term
	Studiensemester / Semester number: 1. Semester	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.): 1	Sprache / Teaching Language: en

1	Modulstruktur / Module structure:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	L.048.90102 Modeling and Simulation	2V 2Ü, WS	60	120	P	60/30	
	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	60/30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Modeling and Simulation:</i> Empfohlen: • Vorkenntnisse in der Programmierung in Matlab/Octave • Kenntnisse in Mathematik und Physik auf dem Niveau der Hochschulreife None <i>Prerequisites of course Modeling and Simulation:</i> Recommended: • Prior knowledge of programming in Matlab/Octave • Knowledge of mathematics and physics at the level of the university entrance qualification						

4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Modeling and Simulation:</i> Kurzbeschreibung In dieser Vorlesung werden Techniken zur Konstruktion von Modellen und Simulationen technischer Systeme vorgestellt und umgesetzt. Inhalt • Einführung in den Modellierungsprozess • Zahlendarstellung in Digitalrechnern • Numerische Schemata für gewöhnliche Differentialgleichungen • Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen • Diskrete Simulationen <i>Contents of the course Modeling and Simulation:</i> Short Description In this lecture, techniques of constructing models and simulations of technical systems are introduced and implemented Contents • Introduction to the modeling process • Number representation in digital computers • Numerical schemes for ordinary differential equations • Numerical methods for partial differential equations • Discrete simulations
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachliche Kompetenz Nach dem Besuch des Kurses sind die Studierenden in der Lage • Modellierungsschemata und numerische Methoden einzuordnen und zu analysieren • numerische Methoden für technisch-physikalische Systeme zu identifizieren und anzuwenden • die erzielten Ergebnisse zu veranschaulichen und physikalisch zu bewerten • numerische Algorithmen zu erweitern, zu entwickeln und zu validieren Domain competence After attending the course, the students will be able to • categorize and analyze modelling schemes and numerical methods • identify and apply numerical methods for technical-physical systems • illustrate and physically evaluate the obtained results • extend, develop and validate numerical algorithms

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

13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Modeling and Simulation:</i> Kurs-Homepage http://tet.upb.de Implementierung 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. <i>Remarks of course Modeling and Simulation:</i> Course Homepage http://tet.upb.de Implementation 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.
----	--

1.2 Modulgruppe / Module Group: Management and Application

1.2.1 Pflicht-Modulgruppe / Compulsory Module Group: Management of Technical Projects

Management of Technical Projects							
Management of Technical Projects							
Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.90103		90	3		Wintersemester winter term		
		Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):		Sprache / Teaching Language:		
		1. Semester	1		de / en		
1	Modulstruktur / Module structure:						
		Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
	a)	L.048.90103 Management of Technical Projects	2V, WS	30	60	P	100

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.90103 Management of Technical Projects	2L, WS	30	60	C	100
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None					
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: 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: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Management of Technical Projects:</i> 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
---	--

	<i>Contents of the course Management of Technical Projects:</i> Short Description 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 & controlling, communication in teams, communication with customers). Contents Foundations - The Project and its Environment: • Types of Projects • Stakeholder Analysis • Project Organization • Project Success Factors Operative Project Management (Hard Factors): • Project Objectives • Process Models (traditional, agile, hybrid) • Project Structuring • Task Scheduling • Cost and Resource Planning • Configuration and Change Management • Quality Management • Controlling • Project Completion and Lessons Learned Humans in Projects (Soft Factors) • Team Building and Leadership • Communication in Teams • Problem and Conflict Resolution								
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Domänenkompetenz Die Teilnehmenden sind in der Lage, die Grundlagen des technischen Projektmanagements zu beschreiben. Schlüsselqualifikationen Die Teilnehmenden sind in der Lage, die Aspekte der Kommunikation in Teams zu beschreiben und kennen Techniken, um Probleme und Konflikte zu lösen. Domain competence The participants are able to describe and use the fundamentals of technical project management. Key qualifications The participants are able to describe the aspects of communication in teams and make use of techniques to solve problems and conflicts.								
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td><td>90-150 min oder 20-30 min oder 30 min</td><td>100%</td></tr></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 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 min	100%						

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ 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 min	100%
7	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Dr.-Ing. Arno Kühn		
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Management of Technical Projects:</i> Durchführung 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. Lehrmaterial, Literatur Alle Präsentationen und zusätzliches Material (Vorlagen, Beispiele) werden zum Selbststudium zum Download bereitgestellt. Im Internet sind verschiedene Listen zur Projektmanagement-Literatur verfügbar, z.B. http://www.ipcert.com/new/certification-evaluation/recommended-literature oder https://www.vzpm.ch/fileadmin/dokumente/downloads/English/VZPM_IPMA_Literaturliste.pdf (zuletzt geprüft am 03.08.2022). Weitere Literaturhinweise werden während der Veranstaltung gegeben.		

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<i>Remarks of course Management of Technical Projects:</i> Implementation 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. Teaching Material, Literature Lecture notes and additional material for self-study will be provided. There are various good reference lists available online, e.g., http://www.ipcert.com/new/certification-evaluation/recommended-literature or https://www.vzpm.ch/fileadmin/dokumente/downloads/English/VZPM_IPMA_Literaturliste.pdf (last checked on 03 Aug 2022). Further hints will be given during the course.

1.2.2 Pflicht-Modulgruppe / Compulsory Module Group: Topics in System Engineering

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

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	1 seminar from offer
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Topics in Systems Engineering:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Topics in Systems Engineering:</i> None
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Topics in Systems Engineering:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalte Wechselnd <i>Contents of the course Topics in Systems Engineering:</i> Short Description The project seminar is organized alternately 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. Contents Varying
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden sind in der Lage • wissenschaftlich zu forschen und wissenschaftliche Ergebnisse zu präsentieren, • selbstständig Erkenntnisse und Wissen zu erarbeiten und kritisch zu reflektieren. Durch die Vertiefung der Lehrinhalte des Masterstudiums werden die Studierenden mit Forschungsfragen und -methodik sowie dem Projektmanagement der elektrischen Systemtechnik konfrontiert. Fachübergreifenden Kompetenzen: Die Studierenden • sind in der Lage technische Präsentationen zu gestalten und • sind mit grundlegenden Präsentationstechniken vertraut.

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	Domain competence: The students are • able to do scientific research and to present scientific findings, • to accumulate findings and knowledge autonomously and to reflect them in a critical manner. 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. Key qualifications: The students • are able to design technical presentation and • are familiar with basic presentation techniques.																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td><td>90-150 min oder 20-30 min oder 30 min</td><td>100%</td></tr></table> ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><tr><td>a)</td><td>Written or Oral Examination or Presentation</td><td>90-150 min or 20-30 min or 30 min</td><td>100%</td></tr></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 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 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 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 min	100%														
7	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.																
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).																

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Dr.-Ing. Carsten Balewski
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Topics in Systems Engineering:</i> Wechselnde Dozenten Methodische Umsetzung Studentische Vorträge Lernmaterialien, Literaturangaben Wird im Seminar angegeben <i>Remarks of course Topics in Systems Engineering:</i> Changing Lecturers Implementation Talks by the students Teaching Material, Literature Will be announced in the course.

1.3 Modulgruppe / Module Group: Fundamentals of Electrical Systems Engineering

Modulgruppe / Module Group	Fundamentals of Electrical Systems Engineering
Module Modules	* Advanced Control * Digital Speech Signal Processing * High Frequency Engineering * Introduction to Algorithms
Modulgruppenverantwortlicher / Module group advisor	Prof. Scheytt, J. Christoph, Dr.-Ing.
Leistungspunkte / Credits ECTS	6
Prüfungsform / Type of examination	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat / Written or Oral Examination or Presentation
Dauer bzw. Umfang / Duration or Scope	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min / 120-180 min or 30-45 min or 30 min

Modulgruppe / Module Group

Fundamentals of Electrical Systems Engineering

Lernziele / Teaching objectives

Da Studierende mit ganz unterschiedlichem Hintergrund in diesen Masterstudiengang einsteigen können, ist es notwendig, ihren Wissenshintergrund zu harmonisieren. Für einen Studierenden mit einem Bachelor-Abschluss in Elektrotechnik kann es z.B. notwendig sein, Wissenslücken im Bereich Software Engineering zu schließen, während Studierende mit einem Abschluss in Computer Engineering vielleicht ein Modul in Mechatronik & Elektrische Antriebe besuchen sollten. Die Studierenden werden beraten, welches Modul sie aus der folgenden Liste wählen sollen.

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 module out of the following list to choose from.

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	Modulstruktur / Module structure:						
	Lehrveranstaltung		Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
a)	L.048.92037 Advanced Control		2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92037 Advanced Control	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None					
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced Control :</i> Empfohlen: Systemtheorie und Regelungstechnik auf Bachelor-Niveau None <i>Prerequisites of course Advanced Control :</i> Recommended: Undergraduate-level systems theory and automatic control					
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced Control :</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalte • Diskretisierung von dynamischen Systemen • Multivariable PI-Regelung • Aktuatorbeschränkungen und Anti-Windup-Mechanismus • Optimale lineare quadratische Schätzung • Optimale lineare quadratische Regelung • Grundlagen der modellprädiktiven Steuerung für beschränkte Systeme					

	<i>Contents of the course Advanced Control :</i> Short Description 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. Contents • Discretization of dynamical systems • Multivariable PI control • Actuator constraints and anti-windup mechanism • Optimal linear quadratic estimation • Optimal linear quadratic control • Basics of model predictive control for constrained systems
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • das dynamische Verhalten von rückgekoppelten Systemen zu analysieren • geeignete Regeleinrichtungen zu entwerfen Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden • können die erworbenen Kenntnisse disziplinübergreifend einsetzen, • können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse und Synthese einsetzen und • sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden Domain competence: After attending this course, students will be able to • study the dynamics of feedback systems • design appropriate control systems • utilize engineering software tools to realize and test control designs Key qualifications: Students learn • to use systematic analysis and synthesis methods that can be used in a variety of disciplines, both in engineering and natural sciences • precise methods based on abstractions that can be used to further independent learning

6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min
	☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP)		
	zu	Type of examination	Duration or scope
	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min
7	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Dr.-Ing. Oliver Wallscheid		

13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced Control :</i> Kurshomepage https://en.ei.uni-paderborn.de/rat Lernmaterialien, Literaturangaben Buch- und allgemeine Literaturempfehlungen werden während der aktiven Kurszeit gegeben. <i>Remarks of course Advanced Control :</i> Course Homepage https://en.ei.uni-paderborn.de/rat Teaching Material, Literature Book and general literature recommendations will be made during the active course time.
----	---

Digital Speech Signal Processing							
Digital Speech Signal Processing							
Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92041		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.048.92041 Digital Speech Signal Proces- sing	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
		Course	form of teachin	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.92041 Digital Speech Signal Proces- sing	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine						
	None						

3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Digital Speech Signal Processing:</i> Empfohlen: Vorkenntnisse aus dem Modul Höhere Mathematik. None <i>Prerequisites of course Digital Speech Signal Processing:</i> Recommended: Prior knowledge from the module Higher Mathematics.
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Digital Speech Signal Processing:</i> 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 Codierv Verfahren • Codierung im Frequenzbereich • Amplitudenquantisierung: gleichförmige Quantisierung, Quantisierung mit Kompondierung (ulaw, alaw)

	<i>Contents of the course Digital Speech Signal Processing:</i> 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

	Domain competence: After attending the course, the students will be able to • analyze digital signals, e.g., audio signals, in the time or frequency domain, • represent audio signals efficiently and • implement widely-used algorithms for speech analysis and speech processing in the frequency or time domain. Key qualifications: The students • are able to explain effects in real signals based on the theoretical knowledge, • are able to investigate theoretical approaches by a systematic analysis and • are, due to the precise treatment of the contents, in a position to continue their learning themselves																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></table> ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><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></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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.																
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).																

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Dr.-Ing. Jörg Schmalenströer
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Digital Speech Signal Processing:</i> Lehrveranstaltungsseite https://ei.uni-paderborn.de/nt/lehre/veranstaltungen/digitale-sprachsignalverarbeitung Methodische Umsetzung • Vorlesungen mit Tafeleinsatz und Präsentationen, • Abwechselnde theoretische und praktische Präsenzübungen mit Übungsblättern und Rechnern und • Demonstrationen von echten Systemen in der Vorlesung Lernmaterialien, Literaturangaben Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher; Matlab Skripte <i>Remarks of course Digital Speech Signal Processing:</i> Course Homepage https://ei.uni-paderborn.de/en/nt/teaching/veranstaltungen/digital-speech-signal-processing Implementation • Lectures using the blackboard and presentations, • Alternating theoretical and practical exercise classes with exercise sheets and computer and • Demonstration of real technical systems in the lecture hall. Teaching Material, Literature Allocation of a script; information on textbooks ; matlab scripts

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

1	Modulstruktur / Module structure:						
		Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	L.048.92002 High Frequency Engineering	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30
		Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.92002 High Frequency Engineering	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung High Frequency Engineering:</i> Keine None <i>Prerequisites of course High Frequency Engineering:</i> None						
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung High Frequency Engineering:</i> Kurzbeschreibung Diese Vorlesung vermittelt anwendungsorientierte Kenntnisse in der Hochfrequenztechnik. Ferner werden Kenntnisse über aktive und passive Hochfrequenzschaltungen vermittelt. Inhalt Die Veranstaltung Hochfrequenztechnik 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 Digitalschaltungen zu berücksichtigen. Die Schwerpunkte der Veranstaltung sind passive Baugruppen, Hochfrequenzeigenschaften der Transistorgrundschaltungen, lineare und nichtlineare Verstärker, rauschende Mehrere, Mischer, Oszillatoren, Synchronisation und Phasenregelschleife.						

	<i>Contents of the course High Frequency Engineering:</i> Short Description This lecture gives application-oriented knowledge in high frequency engineering. Furthermore, it gives knowledge in active and passive high-frequency circuits. Contents The lecture High-Frequency Engineering 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.										
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachliche Kompetenzen: 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. Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden • können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen, • können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und • sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden Professional Competence 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. (Soft) Skills The students • are able to apply the knowledge and skills to a wide range of disciplines, • are able to make use of a methodical procedure when undertaking systematic analysis and • are, due to the abstract and precise treatment of the contents, in a position to continue and develop their learning themselves										
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP) <table border="1"> <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>			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%								

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ 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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Reinhold Noé		

13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung High Frequency Engineering:</i> Lehrveranstaltungsseite http://ont.upb.de Methodische Umsetzung Vorlesung und Übung Lernmaterialien, Literaturangaben Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug): • Thiede, A.: Skriptum Hochfrequenzelektronik/High-Frequency Electronics, Universität Paderborn • Sze, S. M.: High Speed Semiconductor Devices, John Wiley & Sons, 1990 • Herbst, L. J.: Integrated Circuit Engineering, Oxford University Press, 1996 • Yip, P. C. L.: High-Frequency Circuit Design and Measurement, Chapman & Hall, 1996 • Gonzalez, G.: Microwave Transistor Amplifiers, Prentice Hall, 1997 • Hoffmann, M.: Hochfrequenztechnik, Springer, 1997 <i>Remarks of course High Frequency Engineering:</i> Course Homepage http://ont.upb.de Implementation Lecture and exercise Teaching Material, Literature Scripts, exercise sheets and advanced literature (excerpt): • Thiede, A.: Skriptum Hochfrequenzelektronik/High-Frequency Electronics, Universität Paderborn • Sze, S. M.: High Speed Semiconductor Devices, John Wiley & Sons, 1990 • Herbst, L. J.: Integrated Circuit Engineering, Oxford University Press, 1996 • Yip, P. C. L.: High-Frequency Circuit Design and Measurement, Chapman & Hall, 1996 • Gonzalez, G.: Microwave Transistor Amplifiers, Prentice Hall, 1997 • Hoffmann, M.: Hochfrequenztechnik, Springer, 1997
----	---

Introduction to Algorithms			
Introduction to Algorithms			
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:
M.048.90501	180	6	Wintersemester winter term
	Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):	Sprache / Teaching Language:
	1.-2. Semester	1	en

1	Modulstruktur / Module structure:						
		Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	L.048.90501 Introduction to Algorithms	2V 2Ü, WS	60	120	P	50/30
		Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.90501 Introduction to Algorithms	2L 2Ex, WS	60	120	C	50/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Introduction to Algorithms:</i> Empfohlen: Mathematische Grundlagen (z.B. asymptotisches Verhalten von Funktionen, Wahrscheinlichkeiten) None <i>Prerequisites of course Introduction to Algorithms:</i> Recommended: Mathematical basics (e.g. asymptotic behavior of functions, probabilities)						
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Introduction to Algorithms:</i> Kurzbeschreibung Der Kurs gibt eine Einführung in Entwurf und Analyse von Algorithmen. Inhalt Sortieralgorithmen, Grundlegende Datenstrukturen, Graphen und Graphenalgorithmen, Entwurf und Analyse von Algorithmen (Problemkomplexität, Laufzeit und Speicherplatzkomplexität von Algorithmen, exakte und heuristische Lösungen, probabilistische Ansätze) <i>Contents of the course Introduction to Algorithms:</i> Short Description The course gives an introduction into the design and analysis of algorithms. Contents 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)						

5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen zu beschreiben und zu erklären, • die behandelten Verfahren selbständig auf neue Beispiele anzuwenden, • die gefundenen Lösungen bezüglich Laufzeit zu analysieren und zu bewerten, • die entwickelten Algorithmen zu in einer modernen objektorientierten Programmiersprache zu implementieren. Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden können • die trainierten Problemlösungsstrategien disziplinübergreifend einsetzen • Lösungen im Team erarbeiten und umsetzen • die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen. Domain competence: After attending the course, the students will be able • to describe and explain basic algorithms and data structures, • to apply them to new problems, • to analyze and evaluate the developed solutions with respect to run time, • to implement the developed algorithms in a modern object oriented programming language. Key qualifications: The students • are able to apply the practiced strategies for problem solving across varying disciplines, • have experience in developing solutions and implementing them together in cooperation with their fellow students, • know how to improve their competences by private study.										
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP)										
	<table border="1"> <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>	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%								
	☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP)										
	<table border="1"> <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	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%								

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

7	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Sybille Hellebrand

13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Introduction to Algorithms:</i> ACHTUNG - WICHTIGER HINWEIS Die Lehrveranstaltung findet im SoSe 2024 nicht statt. Bitte beachten Sie auch die Aushänge im Fachgebiet. Lehrveranstaltungsseite https://ei.uni-paderborn.de/date/lehre/uebersicht Methodische Umsetzung • Vorlesung mit Übung (teilweise am Rechner) • Programmierprojekt • Lecture combined with lab course (partly with hands-on programming exercises) • Programming project Lernmaterialien, Literaturangaben • T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms. 2nd Edition, MIT Press, 2002. • E. Horowitz, B. Sahni, B. Rajabkaran: Computer Algorithms – C++, 2nd Edition, Computer Science Press, 1998 • V. Aho, J. E. Hopcroft, and J. Ullman, Data Structures and Algorithms. 1st Edition Addison-Wesley, 1983 • R. Sedgewick: Algorithms in C++, Addison-Wesley, 2001. • M. R. Garey and D. S. Johnson: Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness, W. H. Freeman & Co Ltd., 1979 • Kopien der Vorlesungsfolien
----	---

Remarks of course Introduction to Algorithms:

ATTENTION - IMPORTANT NOTICE

The course doesn't take place in summer term 2024. Please see the notice boards of the group.

Course Homepage

<https://ei.uni-paderborn.de/en/electrical-engineering/date/teaching/electrical-engineering/overview>

Implementation

- Lecture combined with lab course (partly with hands-on programming exercises)
- Programming project

Teaching Material, Literature

- T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms. 2nd Edition, MIT Press, 2002.
- E. Horowitz, B. Sahni, B. Rajabkaran: Computer Algorithms – C++, 2nd Edition, Computer Science Press, 1998
- V. Aho, J. E. Hopcroft, and J. Ullman, Data Structures and Algorithms. 1st Edition Addison-Wesley, 1983
- R. Sedgewick: Algorithms in C++, Addison-Wesley, 2001.
- M. R. Garey and D. S. Johnson: Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness, W. H. Freeman & Co Ltd., 1979
- Handouts of Lecture Slides

1.4 Spezialisierung / Specialization-Specific: Signal and Information Processing

1.4.1 Pflicht-Modulgruppe / Compulsory Module Group: Introduction to Signal and Information Processing

Statistical and Machine Learning			
Statistical and Machine Learning			
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:
M.048.92046	270	9	Sommersemester summer term

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	Studiensemester / Semester number: 2. Semester	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.): 1	Sprache / Teaching Language: en				
1	Modulstruktur / Module structure:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	L.048.92005 Statistical and Machine Learning	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30	
b)	L.048.92046 Statistical and Machine Learning - Practical Exercise	2Ü, SS	30	60	P	30	
	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	C	30/30	
b)	L.048.92046 Statistical and Machine Learning - Practical Exercise	2Ex, SS	30	60	C	30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Statistical and Machine Learning:</i> Empfohlen: Vorkenntnisse aus der Lehrveranstaltung Verarbeitung statistischer Signale. Wünschenswert sind auch Programmierkenntnisse. <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Statistical and Machine Learning - Practical Exercise:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Statistical and Machine Learning:</i> Recommended: Elementary knowledge in Statistics, as is taught in the course Statistical Signal Processing. Programming skills are desirable <i>Prerequisites of course Statistical and Machine Learning - Practical Exercise:</i> None						

4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Statistical and Machine Learning:</i> Kurzbeschreibung 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). Inhalt • 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>Inhalte der Lehrveranstaltung Statistical and Machine Learning - Practical Exercise:</i> Anwendung der in der Vorlesung gelehrt Verfahren auf eine konkrete Klassifikations- oder Regressionsaufgabe und Auswertung und Diskussion der erzielten Ergebnisse. <i>Contents of the course Statistical and Machine Learning:</i> 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, Perceptron, Support Vector Machines • Deep neural networks (deep learning) • Dimensionality reduction (PCA, LDA) • Unsupervised learning (mixture densities, clustering techniques) <i>Contents of the course Statistical and Machine Learning - Practical Exercise:</i> Application of the concepts taught in the course on a concrete classification or regression task and discussion and evaluation of the achieved results.
---	--

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 eine sinnvolle Wahl für die Art und Dimensionierung des Merkmalsvektors treffen und können ein geeignetes Klassifikationsverfahren identifizieren und dimensionieren. Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden • Haben ein Verständnis für das Prinzip der Parsimonität 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 Kurs 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
---	--

Domain competence:

After completion of the course students will be able to

- Find an appropriate approach to solving a given classification or regression problem
- Apply supervised or unsupervised learning techniques to data of various kinds and critically assess the outcome of the learning algorithms
- Can appreciate the power and limitations of machine learning algorithms
- Work with software for solving machine learning problems and write own software components, apply them to given data sets and optimize parameter settings
- Find, for a given training set size, both an appropriate choice of the feature vectors and their size and of the classifier and its size in terms of learnable parameters

Key qualifications:

The students

- Can assess the importance of the principle of parsimony and are able to transfer it to other areas
- Are able to analyse a given classification or regression problem, synthesize a solution, and evaluate the performance on test data
- Are able to apply the knowledge and skills learnt in this course to a wide range of disciplines
- Can work cooperatively in a team and subdivide an overall task into manageable subtasks and work packages
- Acquired a general understanding of the power and limitations of machine learning algorithms

6 Prüfungsleistung / Assessments:

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

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a) - b)	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.

☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP)

zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade
a) - b)	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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:			
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
	a)			
	b)	Programmieraufgabe	Mehrere Seiten Code, 3-6 Wochen Bearbeitungszeit	QT
	Qualifizierte Teilnahme zu den Lehrveranstaltungen des Moduls gemäß § 39 Besondere Bestimmungen. Näheres zu Form und Umfang bzw. Dauer gibt die Lehrkraft spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt.			
	zu	Type of achievement	Duration or Scope	SL / QT
	a)			
	b)	Programming exercise	Several pages of code; 3-6 weeks to complete assignment	QP
	Qualified participation in the courses of the module according to § 39 Special Regulations. Details on the form and scope or duration will be announced by the instructor within the first three weeks of the lecture period at the latest.			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist und die qualifizierte Teilnahme nachgewiesen wurde. The credit points are awarded after passing the module examination (MAP) and providing proof of the qualified participation.			
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: keine			
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach			

13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Statistical and Machine Learning:</i> Lehrveranstaltungsseite https://ei.uni-paderborn.de/nt/lehre/veranstaltungen/statistische-und-maschinelle-lernverfahren Methodische Umsetzung <i>Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, 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 Lernmaterialien, Literaturangaben 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 <i>Remarks of course Statistical and Machine Learning:</i> Course Homepage https://ei.uni-paderborn.de/en/statistical-and-machine-learning 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			
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:
M.048.92004	180	6	Wintersemester winter term
	Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):	Sprache / Teaching Language:
	1. Semester	1	en

1	Modulstruktur / Module structure:						
		Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	L.048.92004 Statistical Signal Processing	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30
		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	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Statistical Signal Processing:</i> Empfohlen: Grundvorlesungen der Signaltheorie und Wahrscheinlichkeitsrechnung None <i>Prerequisites of course Statistical Signal Processing:</i> Recommended: Undergraduate courses in signal processing and probability						
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Statistical Signal Processing:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalt 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> Short Description 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. Contents 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	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: 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. 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.																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></table> ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><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></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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																

9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Peter Schreier
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Statistical Signal Processing:</i> Lehrveranstaltungsseite http://sst.upb.de/teaching Methodische Umsetzung Vorlesung mit Übung Teaching Material, Literature Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben. <i>Remarks of course Statistical Signal Processing:</i> Course Homepage http://sst.upb.de/teaching Implementation Lectures and tutorials Teaching Material, Literature Literature references are given in the first lecture.

1.4.2 Modulgruppe / Module Group: Signal and Information Processing

Modulgruppe / Module Group	Signal and Information Processing
Module / Modules	* Advanced Control * Advanced Topics In Robotics * Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip * Cognitive Systems Engineering * Data Science for Physics and Engineering * Digital Image Processing I * Digital Image Processing II

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Modulgruppe / Module Group	Signal and Information Processing
	* 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 Advanced Control * Topics in Pattern Recognition and Machine Learning * Topics in Signal Processing * Wireless Communications
Modulgruppenverantwortlicher / Module group advisor	Prof. Scheytt, J. Christoph, Dr.-Ing.
Leistungspunkte / Credits ECTS	6
Prüfungsform / Type of examination	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat / Written or Oral Examination or Presentation
Dauer bzw. Umfang / Duration or Scope	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min / 120-180 min or 30-45 min or 30 min
Lernziele / Teaching objectives	Die Studierenden wählen zwei Module entsprechend ihren Interessen in der gewählten Spezialisierung, um Fachwissen in bestimmten Themen zu erwerben. The students select two modules according to their interests in the chosen specialization to acquire expertise in certain topics.

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	Modulstruktur / Module structure:						
		Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	L.048.92037 Advanced Control	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
		Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.92037 Advanced Control	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced Control :</i> Empfohlen: Systemtheorie und Regelungstechnik auf Bachelor-Niveau None <i>Prerequisites of course Advanced Control :</i> Recommended: Undergraduate-level systems theory and automatic control						
4	Inhalte / Contents:						
	<i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced Control :</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalte • Diskretisierung von dynamischen Systemen • Multivariable PI-Regelung • Aktuatorbeschränkungen und Anti-Windup-Mechanismus • Optimale lineare quadratische Schätzung • Optimale lineare quadratische Regelung • Grundlagen der modellprädiktiven Steuerung für beschränkte Systeme						

	<i>Contents of the course Advanced Control :</i> Short Description 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. Contents • Discretization of dynamical systems • Multivariable PI control • Actuator constraints and anti-windup mechanism • Optimal linear quadratic estimation • Optimal linear quadratic control • Basics of model predictive control for constrained systems
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • das dynamische Verhalten von rückgekoppelten Systemen zu analysieren • geeignete Regeleinrichtungen zu entwerfen Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden • können die erworbenen Kenntnisse disziplinübergreifend einsetzen, • können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse und Synthese einsetzen und • sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden Domain competence: After attending this course, students will be able to • study the dynamics of feedback systems • design appropriate control systems • utilize engineering software tools to realize and test control designs Key qualifications: Students learn • to use systematic analysis and synthesis methods that can be used in a variety of disciplines, both in engineering and natural sciences • precise methods based on abstractions that can be used to further independent learning

6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min
	☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP)		
	zu	Type of examination	Duration or scope
	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min
7	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Dr.-Ing. Oliver Wallscheid		

13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced Control :</i> Kurshomepage https://en.ei.uni-paderborn.de/rat Lernmaterialien, Literaturangaben Buch- und allgemeine Literaturempfehlungen werden während der aktiven Kurszeit gegeben. <i>Remarks of course Advanced Control :</i> Course Homepage https://en.ei.uni-paderborn.de/rat Teaching Material, Literature Book and general literature recommendations will be made during the active course time.
----	---

Advanced Topics in Robotics							
Advanced Topics in Robotics							
Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92006		180	6		Wintersemester winter 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.048.92006 Advanced Topics in Robotics	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30
		Course	form of teachin	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.92006 Advanced Topics in Robotics	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine						
	None						

3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced Topics in Robotics:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Advanced Topics in Robotics:</i> None
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced Topics in Robotics:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalt • Architekturen für Robotersysteme • Middleware für Hardwareabstraktion • Gerätetreiber und Bibliotheken • Visualisierung • lokale Navigationsverfahren (Kollisionsvermeidung) • globale Navigationsverfahren (Wegfindung) • Methoden zur Navigation und Selbstlokalisierung (SLAM) • Grundlagen der Handlungsplanung • Ausblick zu Multi-Agenten-Systemen <i>Contents of the course Advanced Topics in Robotics:</i> Short Description 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. Contents • Architectures of robot systems • Middleware for hardware abstraction • Device drivers and libraries • Visualization • Local navigation processes (collision avoidance) • Global navigation processes (pathfinding) • Navigation and self-localization methods (SLAM) • Fundamentals of task planning

5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz Die Studierenden • können die grundlegenden Architekturen für mobile Roboter benennen und ihre Eigenschaften analysieren, • beherrschen die grundlegenden Methoden für die Navigation und Regelung von mobilen Robotern und • können diese selbstständig implementieren, testen und anwenden. Fachübergreifende Kompetenzen Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Programmierung in C. Domain competence: The students • are able to name and analyze the basic robot architectures for mobile robots, • have a good command of the methods for the navigation and control of mobile robots and • are able to implement, test and apply them. Key qualifications: The students have a good command of programming in the C language																		
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP) <table border="1"> <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> ☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP) <table border="1"> <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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																		

9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Bärbel Mertsching
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced Topics in Robotics:</i> Lehrveranstaltungsseite http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/atir Methodische Umsetzung • Die theoretischen und methodischen Grundlagen werden zunächst im Rahmen einer Vorlesung eingeführt. • Eine Einübung der präsentierten Methoden erfolgt danach im Übungsteil. • Abschließend werden einfache Algorithmen von den TeilnehmerInnen implementiert, getestet und angewendet. • Im Praktikumsteil werden die notwendigen Programmierkenntnisse vermittelt, er ist aber ausdrücklich nicht als Programmierkurs gedacht. Lernmaterialien, Literaturangaben Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung werden noch bekannt gegeben. • Mertsching, Bärbel: Robotics (lecture notes) • McKerrow, Phillip J.: Introduction to Robotics. Addison-Wesley, 1991 • Siegwart, Roland; Nourbakhsh, Illah R. and Scaramuzza, David: Introduction to Autonomous Mobile Robots. The MIT Press, 2011, ISBN-13: 978-0262015356

<i>Remarks of course Advanced Topics in Robotics:</i> Course Homepage http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/atir Implementation • The theoretical and methodical fundamentals will be introduced during the lecture. • The methods presented will be practiced during the subsequent exercise / lab part. • Finally, the participants will implement, test, and apply simple algorithms. • The necessary programming skills will be taught during the practical, this is explicitly not considered a programming course. Teaching Material, Literature Allocation of lecture notes; information on textbooks stocked in the textbook collection will be announced later. • Mertsching, Bärbel: Robotics (lecture notes) • McKerrow, Phillip J.: Introduction to Robotics. Addison-Wesley, 1991 • Siegwart, Roland; Nourbakhsh, Illah R. and Scaramuzza, David: Introduction to Autonomous Mobile Robots. The MIT Press, 2011, ISBN-13: 978-0262015356
--

Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip						
Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip						
Modulnummer / Module number: M.048.92007	Workload (h): 180	Leistungspunkte / Credits: 6	Turnus / Regular Cycle: Sommer- / Wintersemester summer- / winter term			
	Studiensemester / Semester number: 1.-3. Semester	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.): 1	Sprache / Teaching Language: en			
1	Modulstruktur / Module structure:					
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
a)	L.048.92007 Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip	2V 2Ü, WS+SS	60	120	P	30/30

	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92007 Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip	2L 2Ex, WS+SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None					
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip:</i> Empfohlen: VLSI Testing, (Introduction to Algorithms) None <i>Prerequisites of course Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip:</i> Recommended: VLSI Testing, (Introduction to Algorithms)					
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalt Unter anderem werden die folgenden Themen behandelt: • Spezielle Verfahren für den eingebauten Selbsttest und für den eingebetteten Test • Eingebaute Diagnose • Test robuster und selbstadaptiver Systeme • Adaptives Testen <i>Contents of the course Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip:</i> Short Description 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. ** Contents** Topics include but are not restricted to: • Advanced techniques for built-in self-test and embedded test • Built-in diagnosis • Test of robust and self-adaptive systems • Adaptive Testing					

5

Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:

Fachkompetenz:

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

• ausgewählte aktuelle Ansätze aus dem Bereich Test und Diagnose zu beschreiben,

• die grundlegenden Modelle und Algorithmen dafür zu erklären und anzuwenden, sowie

• die speziellen Herausforderungen bei Fertigungstechnologien im Nanometerbereich zu erklären und Teststrategien im Hinblick darauf zu bewerten.

Fachübergreifende Kompetenzen:

Die Studierenden sind in der Lage

• ihre Grundkenntnisse zum Studium und Verständnis neuer Ansätze aus der aktuellen Literatur anzuwenden,

• die neuen Inhalte in einem konferenzähnlichen Vortrag zu präsentieren und

• die neuen Inhalte in einem wissenschaftlichen Manuskript zu beschreiben.

Domain competence:

After attending the course, the students will be able

• to describe recent approaches in test and diagnosis,

• to explain and apply the underlying models and algorithms,

• to explain the specific challenges of nanoscale integration and evaluate test strategies accordingly.

Key qualifications:

The students are able

• to apply their basic knowledge for studying and understanding new approaches from the state of the art literature,

• to present the new contents in a conference style presentation, and

• to describe the new contents in a scientific manuscript.

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%

☒Final module exam (MAP)
☐Module exam (MP)
☐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%

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

7	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Sybille Hellebrand

13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip:</i> ACHTUNG - WICHTIGER HINWEIS Die Lehrveranstaltung findet im SoSe 2024 nicht statt. Bitte beachten Sie auch die Aushänge im Fachgebiet. Lehrveranstaltungsseite http://ei.uni-paderborn.de/date/lehre/uebersicht Methodische Umsetzung • Vorlesung mit Beamer und Tafel • Selbstständige Ausarbeitung neuer Inhalte anhand aktueller Literatur • Präsentation der neuen Inhalte im Rahmen eines Fachvortrags und • Schriftliche Ausarbeitung Lernmaterialien, Literaturangaben • Vorlesungsfolien • Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien im jeweiligen panda-Kurs • 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.)
----	--

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

ATTENTION - IMPORTANT NOTICE

The course doesn't take place in summer term 2024. Please see the notice boards of the group.

Module Homepage

<http://ei.uni-paderborn.de/en/electrical-engineering/date/teaching/electrical-engineering/overview>

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 panda
- 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.)

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

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1

Modulstruktur / Module structure:

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.048.90701 Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention	2V, WS	30	60	P	30
b)	L.048.90702 Cognitive Systems Engineering B - Sensation and Perception in Biological Systems	2V, SS	30	60	P	30
c)	L.048.62008 Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar	2V, WS+SS	30	60	WP	50

	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.90701 Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention	2L, WS	30	60	C	30
b)	L.048.90702 Cognitive Systems Engineering B - Sensation and Perception in Biological Systems	2L, SS	30	60	C	30
c)	L.048.62008 Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar	2L, WS+SS	30	60	CE	50

2

Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:

2 Lehrveranstaltung aus a)-c) wählen

Choosing 2 course of a)-c)

3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention:</i> Empfohlen: Keine - aber Interesse an der Materie und der interdisziplinären Arbeit <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering B - Sensation and Perception in Biological Systems:</i> Empfohlen: Keine - aber Interesse an der Materie und der interdisziplinären Arbeit <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar:</i> Empfohlen: Keine - aber Interesse an der Materie und der interdisziplinären Arbeit None <i>Prerequisites of course Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention:</i> Recommended: None - but interest in the subject-matter and interdisciplinary work <i>Prerequisites of course Cognitive Systems Engineering B - Sensation and Perception in Biological Systems:</i> Recommended: None - but interest in the subject-matter and interdisciplinary work <i>Prerequisites of course Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar:</i> Recommended: None - but interest in the subject-matter and interdisciplinary work
4	Inhalte / Contents: Das Modul wird in drei Teilen angeboten. Es sind zwei aus drei Teilen zu wählen. Jeder Teil hat einen Umfang von 2 SWS bzw. 3 Leistungspunkten. <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention:</i> Auf die Sinnesorgane von Lebewesen treffen zu jedem Zeitpunkt eine sehr große Menge von Informationen ein, von denen nur ein kleiner Anteil bewusst verarbeitet werden kann. Unter visueller Aufmerksamkeit wird die Bündelung der verfügbaren kognitiven Ressourcen zur optimalen Verarbeitung visueller Stimuli verstanden. Das Seminar führt in die Modellierung und experimentelle Erforschung von visueller Aufmerksamkeit und die Übertragung auf intelligente technische Systeme ein. Hierbei wird gezeigt, wie über die Grenzen von Disziplinen hinweg, gemeinsam geforscht werden kann. Der Schwerpunkt liegt aktuell auf dem Thema Salienz. Die Veranstaltung findet immer im Wintersemester statt. <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering B - Sensation and Perception in Biological Systems:</i> Während unter "Sensation" die Signale aus der physikalischen Welt beschreiben, die unsere Sinnesrezeptoren erreichen, werden unter "Perzeption" die Prozesse verstanden, mit denen unser Gehirn die Signale auswählt, organisiert und interpretiert. Das Seminar vermittelt Studierenden technischer Studiengänge einen Überblick über die Grundlagen biologischer Sensorik und Wahrnehmung. Neben den spannenden und (teils nicht intuitiven) Hintergründen dieser Themen findet eine kritische Diskussion der Übertragbarkeit der biologischen Konzepte und Mechanismen auf technische Systeme statt. Dieses Seminar liegt immer im Sommersemester. <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar:</i> In diesem Seminar werden aktuelle Zwischenberichte und Ergebnisse aus laufenden Bachelor- und Masterarbeiten, Forschungsvorhaben und Drittmittelprojekten aus dem Fachgebiet GETLab - Technische Kognitive Systeme vorgestellt. Weiterhin finden Vorträge von Gästen der Arbeitsgruppe statt. Das Seminar wird im Sommer- und im Wintersemester angeboten.

	This module is offered in three parts. Students have to choose two out of three. Each part lasts two hours per week and yields three credits. <i>Contents of the course Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention:</i> At any given time, the sensory receptors of living beings are exposed to a very large amount of information, of which only a small proportion can be consciously processed. Visual attention is understood as the pooling of available cognitive resources for optimal processing of visual stimuli. The seminar introduces the modeling and experimental investigation of visual attention and the transfer to intelligent technical systems. It will be shown how research can be conducted jointly across disciplinary boundaries. The current focus is on the topic of saliency. The course always takes place in the winter semester. <i>Contents of the course Cognitive Systems Engineering B - Sensation and Perception in Biological Systems:</i> While "sensation" describes the signals from the physical world that reach our sensory receptors, "perception" refers to the processes by which our brain selects, organizes, and interprets the signals. This seminar provides students in technical courses with an overview of the fundamentals of biological sensory systems and perception. In addition to the exciting and (sometimes non-intuitive) background of these topics, there will be a critical discussion of the transferability of biological concepts and mechanisms to technical systems. This seminar is always in the summer semester. <i>Contents of the course Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar:</i> In this seminar, current interim reports and results from ongoing bachelor's and master's theses, research projects, and third-party funded projects from the GETLab - Technical Cognitive Systems department will be presented. Furthermore, there will be presentations by guests of the research group. The seminar is offered in the summer and winter semester.
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden • können grundlegende Fragestellungen für den Entwurf und die Implementierung von technischen kognitiven Systemen benennen, • sind in der Lage, technische kognitive Systeme zu verwenden und zu evaluieren und • können einfache psychophysikalische Experimente interpretieren, entwerfen, durchführen und auswerten. Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden • sind in der Lage Fachliteratur zu recherchieren, • haben ein Verständnis für die fachspezifischen Forschungsansätze (Elektrotechnik / Informatik / Psychologie) entwickelt und • haben ein kritisches Verständnis darüber, inwiefern die Nachahmung biologischer kognitiver Prozesse in technischen Systemen sinnvoll ist.

	Domain competence: The students - are able to name basic research topics related to the design and the implementation of technical cognitive systems, - can apply and evaluate technical cognitive systems, and - are able to understand, design, implement and evaluate basic psychophysical experiments. Key qualifications: The students - are able to research and evaluate technical literature, - have developed an understanding of the discipline-related research approaches (computer science, electrical engineering, psychology) and - are able to carefully consider the potential use of bio-inspired mechanisms in technical systems.																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a) - c)</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></table> ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><tr><td>a) - c)</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></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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.																
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).																

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Bärbel Mertsching
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: Modul Homepage http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/cse Lernmaterialien, Literaturangaben Literaturhinweise erfolgen an den ersten Terminen des Seminars. Module Homepage http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/cse Teaching Material, Literature Literature references will be given at the first dates of the seminar.

Data Science for Dynamical Systems						
Data Science for Dynamical Systems						
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:			
M.048.92047	180	6	Wintersemester winter 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.048.92047 Data Science for Dynamical Systems	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30
	Course	form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92047 Data Science for Dynamical Systems	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30

2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Data Science for Dynamical Systems:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Data Science for Dynamical Systems:</i> None
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Data Science for Dynamical Systems:</i> Der vorliegende Kurs ist modular aufgebaut und wird für verschiedene Studiengänge bzw. Fakultäten interdisziplinär angeboten. Je nach verfügbarem Vorwissen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer wird ein studiengangsspezifischer Inhaltszuschnitt erfolgen. Übergreifende Kernthemen sind u.a. • Grundlagen Modellbildung dynamischer Systeme anhand Differential- und Differenzengleichungsmodellen • Datengetriebene Identifikationsverfahren für lineare Modelle auf Basis des Ansatzes der kleinsten Fehlerquadrate (least squares) • Datengetriebene Identifikationsverfahren für nichtlineare Modelle (z.B. künstliche neuronale Netze) • Lernen von datengetriebenen Modellen unter Einbindung von a priori Systemwissen • Identifikation zugrundeliegender Modellstrukturgleichungen (Topologieselektion) z.B. mittels Regularisierung oder Hypothesentests hinsichtlich konkurrierender Zielkriterien • (Datengetriebene) Modellreduktion • Manipulation der zur Verfügung stehenden Modelleingangsdaten (Dimensionsreduktions- sowie Augmentationsverfahren) z.B. Autoencoder, Hauptkomponentenanalyse sowie Kernelmethoden • Statistische Bewertung der zur Verfügung stehenden Eingangs- und Ausgangsdaten dynamischer Systeme sowie entsprechende Verfahren zur Systemanregung • Statistische Bewertung der erzielten Modellgüte (Über- vs. Unteranpassung) mittels Kreuz-Validierung Neben der Vermittlung der methodischen Kenntnisse werden umfangreiche programmier- und simulationstechnische Übungen mittels moderner Softwareprogramme (insbesondere in der Programmiersprache Julia) erarbeitet. Vielfältige Anwendungsbeispiele aus der Praxis verschiedener Domänen (z. B. Ingenieur-, Natur- und Wirtschaftswissenschaften) runden die Veranstaltung ab.

Contents of the course Data Science for Dynamical Systems:

This course has a modular structure and is offered in an interdisciplinary way for different degree programs and faculties. Depending on the available prior knowledge of the participants, the content will be tailored to the specific degree program. Overarching core topics include

- Basics of modelling dynamic systems using differential and difference equation models
- Data-driven identification methods for linear models on the basis of the least squares approach
- Data-driven identification methods for non-linear models (e.g., artificial neural networks)
- Learning of data-driven models utilizing a priori system knowledge
- Identification of underlying model structure equations (topology selection), e.g., by means of regularization or hypothesis tests with regard to competing objectives
- (Data-driven) model reduction
- Manipulation of the available model input data (dimensionality reduction and augmentation methods), e.g., autoencoders, principal component analysis and kernel methods
- Statistical evaluation of the available input and output data of dynamic systems as well as corresponding procedures for system excitation
- Statistical evaluation of the achieved model quality (over-fitting vs. under-fitting) by means of cross-validation

In addition to obtain new methodological knowledge, extensive programming and simulation exercises are developed using modern software programs (especially in the programming language Julia). Diverse application examples from the practice of various domains (e.g., engineering, natural sciences and economics) round off the course.

5 Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:

Nach Abschluss der Lehrveranstaltung sind die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in der Lage

- Methoden zur Identifikation dynamischer Systeme zu beschreiben sowie anzuwenden,
- Identifikationsresultate kritisch zu bewerten,
- Komplexe datengetriebene Modellierungsaufgaben in interdisziplinären Teams zu erfassen, zu analysieren, zielführende Lösungsmethoden abzuleiten sowie eigenständig erarbeitete Ergebnisse zu beurteilen.

After completing the course, the participants are able to

- describe and apply methods for the identification of dynamic systems,
- critically evaluate identification results,
- to understand and analyze complex data-driven modelling tasks in interdisciplinary teams, to derive target-oriented solution methods and to evaluate independently developed results.

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%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ 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%
Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the examination will be conducted.			
7	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Informatik v3, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Dr.-Ing. Oliver Wallscheid, Dr. Sebastian Peitz		

13	Sonstige Hinweise / Other Notes: Methodische Umsetzung Modulare Flipped Classroom Veranstaltung aufbauend auf digitalen Selbstlernmaterialien (insbesondere Lernvideos) in Verbindung mit wöchentlichen Kontaktterminen im Hörsaal für die Diskussion von Fragen, Anwendungsbeispielen, Kleingruppenarbeit sowie Besprechung von Hausaufgaben. Fächerübergreifender Kurs für Studienprogramme unterschiedlicher Fakultäten mit individuellen Lehrplänen sowie gemeinsamer, interdisziplinärer Projektphase. Diese findet am Ende der Lehrveranstaltung in Kleingruppen inkl. abschließender Präsentation der Ergebnisse statt. Lernmaterialien, Literaturangaben • Lernvideos, Übungsaufgaben, Programmierbeispiele • Brunton, Steven L., and J. Nathan Kutz. Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press, 2022. • Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. Deep learning. MIT press, 2016. • Isermann, Rolf, and Marco Münchhof. Identification of dynamic systems: an introduction with applications. Vol. 85. Heidelberg: Springer, 2011. • Nelles, Oliver. Nonlinear dynamic system identification. Springer Berlin Heidelberg, 2001. Implementation Modular flipped classroom course based on digital self-learning materials (especially learning videos) in conjunction with weekly contact appointments on campus for the discussion of questions, application examples, small group work as well as discussion of homework. Interdisciplinary course for study programs of different faculties with individual curricula as well as joint, interdisciplinary project phase. The latter takes place at the end of the course in small groups incl. final presentation of the results. Teaching Material, Literature • Learning videos, exercise tasks, programming examples • Brunton, Steven L., and J. Nathan Kutz. Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press, 2022. • Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. Deep learning. MIT press, 2016. • Isermann, Rolf, and Marco Münchhof. Identification of dynamic systems: an introduction with applications. Vol. 85. Heidelberg: Springer, 2011. • Nelles, Oliver. Nonlinear dynamic system identification. Springer Berlin Heidelberg, 2001.
----	---

Digital Image Processing I			
Digital Image Processing I			
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:
M.048.92008	180	6	Wintersemester winter term
	Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):	Sprache / Teaching Language:
	1.-3. Semester	1	en

1	Modulstruktur / Module structure:						
		Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	L.048.92008 Digital Image Processing I	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30
		Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.92008 Digital Image Processing I	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Digital Image Processing I:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Digital Image Processing I:</i> None						
4	Inhalte / Contents:						
	<i>Inhalte der Lehrveranstaltung Digital Image Processing I:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalt • Grundlagen (Koordinaten, Bilddatentypen, menschliche Wahrnehmung, Licht und elektromagnetisches Spektrum) • Bildaufnahme (Abtastung, Quantisierung, Aliasing, Nachbarschaften) • Bildverbesserung im Ortsraum (Transformationen, Histogramme, arithmetische und logarithmische Operationen, spatiale Filter allgemein, Glättungsfiler, Kantenfilter) • Bildverbesserung im Frequenzraum (Fouriertransformation, Glättungsfiler, Kantenfilter) • Bilddatenkompression und -reduktion (Grundlagen, Kompressionsmodelle, Informationstheorie, Kompressionsstandards)						

	<i>Contents of the course Digital Image Processing I:</i> Short Description 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. Contents • Basic principles (coordinates, types of image data, human perception, light and electromagnetic spectrum) • Image acquisition (sampling, quantization, aliasing, neighborhoods) • Image enhancement in the spatial domain (transformations, histograms, arithmetic and logarithmic operations, spatial filters in general, smoothing filters, edge filters) • Image enhancement in the frequency domain (Fourier Transform, smoothing filters, edge filters) • Compression and reduction of image data (basic principles, compression models, information theory, compression standards)										
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden • sind in der Lage, die Grundlagen der Bildgenerierung und der Bilddigitalisierung zu beschreiben und • können Methoden zur Bildverbesserung im Orts- und Frequenzraum, zur Bildsegmentation und zur Bilddatenreduktion selbstständig für komplexe Bildbearbeitungsaufgaben auswählen, implementieren, testen und anwenden. Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Programmierung in C und C++. Domain competence: The students • are able to describe the basics of image generation and image digitization and • 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. Key qualifications: The students have a good command of programming in the C language and C++.										
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP) <table border="1"> <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>			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%								

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ 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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: keine none		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Bärbel Mertsching		

13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Digital Image Processing I:</i> Lehrveranstaltungsseite http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/dip-I Methodische Umsetzung • Die theoretischen und methodischen Grundlagen werden zunächst im Rahmen einer Vorlesung eingeführt. • Eine Einübung der präsentierten Methoden erfolgt danach im Übungsteil. • Abschließend werden einfache Bildverarbeitungsalgorithmen von den TeilnehmerInnen implementiert, getestet und angewendet. • Im Praktikumsteil werden die notwendigen Programmierkenntnisse vermittelt, er ist aber ausdrücklich nicht als Programmierkurs gedacht. Lernmaterialien, Literaturangaben Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug): • Mertsching, Bärbel: Digital Image Processing I (lecture notes) • Forsyth, David and Ponce, Jean: Computer Vision - A Modern Approach. Prentice Hall, 2nd ed., 2011. ASIN: B006V372KG • Gonzalez, Rafael C. and Woods, Richard E.: Digital ImageProcessing. Prentice Hall, 3rd ed., 2007. ISBN-13: 978-013168728 • Jähne, Bernd: Digitale Bildverarbeitung. Springer, 7.Aufl., 2012. ISBN-13: 978-3642049514 <i>Remarks of course Digital Image Processing I:</i> Course Homepage http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/dip-I Implementation • The theoretical and methodic fundamentals will be introduced during the lecture. • The methods presented will be practiced during the subsequent exercise / lab part. • Finally, the participants will implement, test, and apply simple image processing algorithms. • The necessary programming skills will be taught during the practical, this is explicitly not considered a programming course. Teaching Material, Literature Lecture notes, exercise sheets and advanced literature (excerpt): • Mertsching, Bärbel: Digital Image Processing I (lecture notes) • Forsyth, David and Ponce, Jean: Computer Vision - A Modern Approach. Prentice Hall, 2nd ed., 2011. ASIN: B006V372KG • Gonzalez, Rafael C. and Woods, Richard E.: Digital ImageProcessing. Prentice Hall, 3rd ed., 2007. ISBN-13: 978-013168728 • Jähne, Bernd: Digitale Bildverarbeitung. Springer, 7.Aufl., 2012. ISBN-13: 978-3642049514
----	--

Digital Image Processing II

Digital Image Processing II

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:	
M.048.92010		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.048.92010 Digital Image Processing II	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
	Course	form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92010 Digital Image Processing II	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:					
	Keine None					
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Digital Image Processing II:</i> Empfohlen: 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> Recommended: Basic knowledge of image processing, (e. g. from the course Digital Image Processing I (L.048.23002 / L.048.92008)					

4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Digital Image Processing II:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalte Die folgenden Themen werden im Laufe des Semesters behandelt: • Bildsegmentierung (Linien- und Kantenerkennung, Segmentierung nach Regionen, Superpixel) • Merkmalsextraktion (Merkmalsdeskriptoren, Hauptkomponenten, Skalen-Invariante-Merkmal-Transformation (SIFT)) • Stereobildanalyse (Tiefenwahrnehmung, Stereogeometrie, Korrespondenzproblem) • Bewegung (Bewegungserkennung, optischer Fluss, Bewegungsmodelle, Bewegungssegmentierung) • Objekterkennung und Bildmusterklassifikation (Muster, Klassifikatoren, neuronale Netze und Deep Learning, Convolutional Neural Networks (CNN)) Nachdem die Studierenden die Methoden in der Vorlesung kennengelernt haben, werden sie diese in Jupyter-Notebooks implementieren. <i>Contents of the course Digital Image Processing II:</i> Short Description 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. Contents The following topics will be discussed during the semester: • Image segmentation (line and edge detection, segmentation by region, superpixels) • Feature extraction (feature descriptors, principal components, Scale-Invariant-Feature-Transform (SIFT)) • Stereo image analysis (depth perception, stereo geometry, correspondence problem) • Motion (motion detection, optical flow, motion models, motion segmentation) • Object recognition and image pattern classification (patterns, classifiers, neural networks and deep learning, convolutional neural networks (CNN)) After learning about the methods in the lecture, the students will implement them in Jupyter Notebooks.
---	--

5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden • können die grundlegenden Methoden zur Bildsegmentation anwenden, • beherrschen Methoden zur Beschreibung von Bildmerkmalen und zur Objekterkennung, • können Kenntnisse aus der Bildverarbeitung auf die Behandlung anderer mehrdimensionaler Signale übertragen und • können den aktuellen Stand des Wissens in den vorgestellten Gebieten beschreiben. Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden können die Funktion und das Verhalten komplexer technischer Prozesse und ihre Einbindung in das gesellschaftliche Umfeld unter ethischen Gesichtspunkten erkennen und bewerten. Domain competence: The students • can apply methods for image segmentation, representation and description of features, stereo and motion image analysis, objection recognition and machine learning, • are able to transfer the acquired knowledge of image processing to the processing of other multi-dimensional signals, • are able to describe the state-of-the-art of the presented topics, and • are able to implement the presented methods. Key qualifications: 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.																		
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP) <table border="1"> <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> ☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP) <table border="1"> <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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																		

8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Bärbel Mertsching
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Digital Image Processing II:</i> Lehrveranstaltungsseite [http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/dip-II] Lehrmaterialien siehe PANDA ([https://panda.uni-paderborn.de]) Literaturangaben (Auszug) • Mertsching, Bärbel: Digital Image Processing (lecture notes) • Forsyth, David and Ponce, Jean: Computer Vision - A Modern Approach. Prentice-Hall, 2nd ed., 2011. ASIN: B006V372KG • Gonzalez, Rafael C. and Woods, Richard E.: Digital Image Processing. Pearson Education Limited, 4th ed., 2018. ISBN-13: 978-1-292-22304-9 • Jähne, Bernd: Digitale Bildverarbeitung. Springer, 7. Aufl., 2012. ISBN-13: 978-3642049514

<i>Remarks of course Digital Image Processing II:</i> Course Homepage [http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/dip-II] Course Documents see PANDA ([https://panda.uni-paderborn.de]) References (excerpt) • Mertsching, Bärbel: Digital Image Processing (lecture notes) • Forsyth, David and Ponce, Jean: Computer Vision - A Modern Approach. Prentice-Hall, 2nd ed., 2011. ASIN: B006V372KG • Gonzalez, Rafael C. and Woods, Richard E.: Digital Image Processing. Pearson Education Limited, 4th ed., 2018. ISBN-13: 978-1-292-22304-9 • Jähne, Bernd: Digitale Bildverarbeitung. Springer, 7. Aufl., 2012. ISBN-13: 978-3642049514

Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method							
Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method							
Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92036		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.048.92036 Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
		Course	form of teachin	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.92036 Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine						

	None
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> Empfohlen: 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> Recommended: 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	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalt • Einführung, Motivation • Grundlagen der Discontinuous Galerkin Methode • Linear Systeme • Theoretische Grundlagen, Diskrete Stabilität • Numerische Probleme, Stabilität • Höhere Ordnungen, Globale Eigenschaften • Simulation elektromagnetischer Felder <i>Contents of the course Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> Short Description 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. Contents Contents • Introduction, Motivation, History • Basic elements of the Discontinuous Galerkin Method • Linear systems * Theory foundation and discrete stability • Nonlinear problems and properties • Higher order, global problems • Application to electromagnetic field simulation

5

Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:

Fachkompetenz:

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

komplexe elektromagnetische Feldprobleme mathematisch zu formulieren (Modellbildung, Analysieren)

die Discontinuous Galerkin Methode auf physikalische Probleme zu übertragen, anzuwenden und zu prüfen (Anwenden, Synthetisieren, Evaluieren)

numerisch gewonnene Ergebnisse zu visualisieren und physikalisch zu deuten (Evaluieren)

Fachübergreifende Kompetenzen:

Die Studierenden

lernen, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,

erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungen

erlernen Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium und Internetnutzung,

erwerben eine fachbezogene Fremdsprachenkompetenz

Domain competence:

After attending the course, the student will be able to

mathematically model complex electromagnetic field problems

transfer, apply, validate the Discontinuous Galerkin method on physical problems

to physically interpret and visualise the obtained results

Key qualifications:

The students

learn to transfer the acquired skills also to other disciplines

extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises

learn strategies to acquire knowledge from literature and internet

acquire a specialised foreign language competence

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%

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ 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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Jens Förstner		
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> Methodische Umsetzung 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> Implementation The theoretical concepts are presented in form of a lecture. In the corresponding exercises simulation techniques are practised by writing or adapting small programs.		

Optical Waveguide Theory

Optical Waveguide Theory

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:	
M.048.92038		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.048.92038 Optical Waveguide Theory	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
	Course	form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92038 Optical Waveguide Theory	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:					
	Keine None					
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:					
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optical Waveguide Theory:</i> Empfohlen: Grundlagen der Elektrodynamik (auf Niveau des Kurses “Elektromagnetische Wel- len”), Mathematische Grundlagen (Bachelor Niveau). None <i>Prerequisites of course Optical Waveguide Theory:</i> Recommended: Bachelor-level knowledge in electrodynamics and mathematics as taught in the course Fields&Waves.					

4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optical Waveguide Theory:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalt • Photonik, integrierte Optik, dielektrische Wellenleiter: Beispiele, Motivation. • Kurze Wiederholung der benötigten mathematischen Hilfsmittel. • Maxwellgleichung in verschiedenen Formulierungen, Klassen von Problemen. • Normale Moden in dielektrischen optischen Wellenleitern, Orthogonalität, Vollständigkeit, Streumatrizen, reziproke Schaltkreise. • Beispiele für dielektrische optische Wellenleiter (Mehrschichtsysteme, integriert-optische Kanäle, Glasfasern), gebogene Wellenleiter, Whispering-Gallery Moden. • Coupled mode theory in konventioneller kodirektionaler, und hybrid analytischer/numerischer Variante, Störungstheorie für optische Wellenleiter. • Optional: Behandlung von Randbedingungen, Anfangsbedingungen (Strahlpropagations-Methode), Wellenleiter-Diskontinuitäten (BEP/QUEP Simulationen), Photonische-Kristall-Wellenleiter und -Fasern, plasmonische Wellenleiter. <i>Contents of the course Optical Waveguide Theory:</i> Short Description 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. Contents * 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 & fibers, plasmonic waveguides.
---	--

5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • Systeme der integrierten Optik und Photonik mathematisch zu formulieren (Modellbildung, Analysieren) • analytische Lösungsmethoden und Näherungsverfahren zu identifizieren, anzuwenden und zu validieren (Anwenden, Synthetisieren, Evaluieren) • die gewonnenen Ergebnisse zu veranschaulichen und physikalisch zu bewerten (Evaluieren) • theoretische Modelle für Systeme der integrierten Optik und Photonik zu entwickeln und deren Gültigkeit zu validieren (Synthetisieren, Evaluieren) Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden • lernen, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen (Elemente der Elektrotechnik, Physik und Mathematik werden angesprochen), • erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben und der Vorstellung und Diskussion ihrer eigenen Lösungen, • erlernen Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium und Internetnutzung, • erwerben weitere fachbezogene Fremdsprachenkompetenz. Domain competence: After attending the course, the student will be able to • to mathematically model electromagnetic field problems of systems in integrated optics and photonics • to identify, apply and verify appropriate analytical methods and approximation techniques • to physically interpret and visualise the obtained results • to extend, develop and validate theoretical models for integrated optics and photonics Key qualifications: The students • learn to transfer the acquired skills also to other disciplines • extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises • learn strategies to acquire knowledge from literature and internet • acquire a specialised foreign language competence
---	--

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%
	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
	☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ 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%
	Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the examination will be conducted.			
7	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.			
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)			
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Dr. Manfred Hammer			

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

Optimal and Adaptive Filters						
Optimal and Adaptive Filters						
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92011	180	6		Wintersemester winter 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.048.92011 Optimal and Adaptive Filters	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30
	Course	form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92011 Optimal and Adaptive Filters	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:					
	Keine					
	None					

3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optimal and Adaptive Filters:</i> Empfohlen: Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik und Digitale Signalverarbeitung. None <i>Prerequisites of course Optimal and Adaptive Filters:</i> Recommended: Prior knowledge from the modules Higher Mathematics and Digital Signal Processing
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optimal and Adaptive Filters:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalt Klassische Parameterschätzung * Schätzung und Schätzer * MMSE-Schätzung * Lineare Schätzer * Orthogonalitätsprinzip * Bewertung der Güte von Schätzern Wiener Filterung * Wiener-Hopf Gleichung * AR- und MA-Prozesse * Lineare Prädiktion Iterative Optimierungsverfahren * Gradientenanstieg/abstieg * Newton-Verfahren Lineare adaptive Filterung * LMS-Algorithmus * Least-Squares Methode * Blockweise und rekursive adaptive Filter * Realisierungsaspekte Zustandsmodellbasierte Filter * Kalman Filter Anwendungen * Systemidentifikation * Kanalschätzung und -entzerrung * Mehrkanalige Sprachsignalverarbeitung * Geräusch- und Interferenzunterdrückung <i>Contents of the course Optimal and Adaptive Filters:</i> Short Description 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. Contents Classic parameter estimation * Estimators * MMSE-Estimation * Linear estimators * Orthogonality principle * Evaluation of estimators Wiener filter * Wiener-Hopf equation * AR- and MA processes * Linear prediction Iterative optimization methods * Gradient ascent/descent * Newton method Linear adaptive filters * LMS algorithm * Least-Squares method * Blockwise and recursive adaptive filters * Realization aspects Statemodel based filters * Kalman filter Applications * System identification * Channel estimation and equalization * Multi-channel speech signal processing * Noise and interference suppression

5

Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:

Fachkompetenz:

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

- Problemstellungen im Bereich der adaptiven Filterung zu analysieren und Anforderungen mathematisch zu formulieren
- Filter anhand von Kostenfunktionen zu entwickeln und
- ausgewählte adaptive Filter im Frequenz- oder Zeitbereich zu implementieren.

Fachübergreifende Kompetenzen:

Die Studierenden

- können theoretische Ergebnisse in praktische Realisierungen überprüfen,
- können theoretische Ansätze mittels methodenorientiertem Vorgehen einer systematischen Analyse unterziehen und
- sind durch die fundierte Betrachtung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden.

Domain competence:

After attending the course, the students will be able to

- analyze task on the field of adaptive filters and to formulate requirements mathematically,
- develop filter using cost functions and
- implement selected adaptive filters in the frequency or time domain.

Key qualifications:

The students

- are able to check theoretical results using practical realizations,
- are able to undertake theoretical approaches a systematic analysis using methodical procedures and
- are, due to the precise treatment of the contents, in a position to continue their learning themselves

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%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

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

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<i>Remarks of course Optimal and Adaptive Filters:</i> *Course Homepage* https://ei.uni-paderborn.de/en/nt/teaching/veranstaltungen/optimal-and-adaptive-filter Implementation • Lectures using the blackboard and presentations, • Alternating theoretical and practical exercises classes with exercise sheets and computer and • Demonstration of real technical systems in the lecture hall. Teaching Material, Literature Allocation of a script; information on textbooks; matlab scripts

Reinforcement Learning						
Reinforcement Learning						
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92045	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.048.92045 Reinforcement Learning	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
	Course	form of teachin	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92045 Reinforcement Learning	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:					
	Keine					
	None					

3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Reinforcement Learning:</i> Empfohlen: 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. None <i>Prerequisites of course Reinforcement Learning:</i> Recommended: 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.
4	Inhalte / Contents: <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: • Begriffliche Grundlagen und historische Einordnung • Markov-Entscheidungsprozesse • Dynamische Programmierung • Monte-Carlo Lernen • Temporal Difference Learning • Bootstrapping • Funktionsapproximation und tiefes Lernen • On- und Off-Policy Strategien • Policy Gradient Methoden • Trust Region Methoden

	<i>Contents of the course Reinforcement Learning:</i> 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.

	Domain-specific competences After attending the course, the students are able to - differentiate, apply and analyze RL methods, - name and explain differences as well as advantages and disadvantages of RL compared to neighboring approaches (e.g. model-predictive control), - educate themselves independently in this branch of science on the basis of the methods learned for the analysis and synthesis of RL techniques. Interdisciplinary competences The students - can apply or transfer the acquired knowledge to interdisciplinary problems, - have gained practical experience in programming which they can use across domains and - are able to critically evaluate methods and results.																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></table> ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><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></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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.																
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).																

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Dr.-Ing. Oliver Wallscheid
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Reinforcement Learning:</i> Lehrveranstaltungsseite https://en.ei.uni-paderborn.de/rat https://github.com (Open-Source Kursmaterialien) Methodische Umsetzung - Folienbasierte Vorlesung, welche ebenfalls als Skriptum dienen. - Präsenzübungen mit Übungsblättern (mit vielen Programmieraufgaben) Kernliteratur - Richard S. Sutton, Andrew G. Barto, „Reinforcement Learning“, 2. Ed., MIT Press, 2018 - David Silver, „Reinforcement Learning“ (Skriptum), University College London, 2015 <i>Remarks of course Reinforcement Learning:</i> Course homepage https://en.ei.uni-paderborn.de/rat https://github.com (open-source course material) Implementation - Slide-based lecture, which also serves as lecture notes. - Presence exercises with tutorial sheets (with many programming tasks) Main literature - Richard S. Sutton, Andrew G. Barto, „Reinforcement Learning“, 2. Ed., MIT Press, 2018 - David Silver, „Reinforcement Learning“ (Skriptum), University College London, 2015

Robotics			
Robotics			
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:
M.048.92012	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	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	L.048.92012 Robotics	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
		Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.92012 Robotics	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Robotics:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Robotics:</i> None						
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Robotics:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalte • Sensoren, Effektoren, Aktoren • Homogene Koordinaten, allgemeine Transformationen, Denavit-Hartenberg-Parameter • Kinematik und Dynamik von Roboterarmen und mobilen Robotern Nach der Vorstellung der Methoden in der Vorlesung werden die Studierenden diese mit Matlab und Octave implementieren.						

	<i>Contents of the course Robotics:</i> 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) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></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%						

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ 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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Bärbel Mertsching		
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Robotics:</i> Lehrveranstaltungsseite [http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/robotik] Lehrmaterialien siehe PANDA ([https://panda.uni-paderborn.de]) Literaturangaben (Auszug) • Mertsching, Bärbel: Robotics (lecture notes) • McKerrow, Phillip J.: Introduction to Robotics. Addison-Wesley, 1991 • Lynch, Kevin M. and Park, Frank C.: Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control. Cambridge University Press, 2017. ISBN-13 : 978-1107156302		

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<i>Remarks of course Robotics:</i> Course Homepage [http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/robotik] Course Documents see PANDA ([https://panda.uni-paderborn.de]) References (excerpt) • Mertsching, Bärbel: Robotics (lecture notes) • McKerrow, Phillip J.: Introduction to Robotics. Addison-Wesley, 1991 • Lynch, Kevin M. and Park, Frank C.: Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control. Cambridge University Press, 2017. ISBN-13 : 978-1107156302

Topics in Audio, Speech and Language Processing							
Topics in Audio, Speech and Language Processing							
Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92044		180	6		Sommersemester summer term		
		Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):		Sprache / Teaching Language:		
		1.-3. Semester	1		de		
1	Modulstruktur / Module structure:						
		Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
	a)	L.048.92044 Topics in Audio, Speech, and Language Processing	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
		Course	form of teachin	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.92044 Topics in Audio, Speech, and Language Processing	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine						
	None						

3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Topics in Audio, Speech, and Language Processing:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Topics in Audio, Speech, and Language Processing:</i> None
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Topics in Audio, Speech, and Language Processing:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalt Beispiele für solche Themen sind: • Mehrkanalige Signalverarbeitung für Mikrofongruppen • Abtastratensynchronisation • Maschinelle Lernverfahren für die Sprachqualitätsverbesserung • Blinde Quellentrennung für Sprach- und Audiosignale • „Deep learning“ für die akustische und Sprachmodellierung in der automatischen Spracherkennung, etc. • Neuronale Architekturen für Spracherkennung, Sprachsynthese, maschinelles Übersetzen • Verarbeitung natürlicher Sprache <i>Contents of the course Topics in Audio, Speech, and Language Processing:</i> Short Description 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. Contents Example topics are • Multi-channel signal processing for microphone arrays • Sampling rate synchronisation • Machine learning for speech enhancement • Blind source separation for speech and audio • „Deep learning“ for acoustic and language modeling in automatic speech recognition • Neural architectures for speech recognition, speech synthesis, machine translation, etc. • Natural language processing

5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Bei erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung können Studierende - Die Herausforderungen und realisierten Lösungen moderner Systeme für die Sprach- und Audioverarbeitung verstehen - Die spezifischen Eigenschaften von Sprach- und Audiosignalen und von Texten erkennen und sie bei der Entwicklung geeigneter Signalverarbeitungs- und maschineller Lernverfahren berücksichtigen - Den Spannungsbereich zwischen Leistungsfähigkeit, Komplexität und Latenz von Sprachverarbeitungsalgorithmen erkennen und geeignete Kompromisse finden - Die kennengelernten Verfahren zur Signalverarbeitung und maschinellen Lernen auch auf andere Problemstellungen der Sprach- und Audioverarbeitung und darüber hinaus übertragen - Aktuelle Veröffentlichungen aus den Bereichen Audio- und Sprachverarbeitung verstehen und deren Beitrag zu dem Forschungsgebiet einordnen After completion of the course the students - Can assess the challenges and realized solutions of modern speech and audio processing systems - Know the specific properties of speech, audio and language and know how those are exploited in specific signal processing and machine learning algorithms - Understand the interplay of algorithmic performance, complexity and latency and identify appropriate operating points - Apply the learnt signal processing and machine learning algorithms to other tasks in speech and audio processing, and beyond - Understand current scientific literature in the field of audio, speech, and language processing and assess their importance for the field																		
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP) <table border="1"> <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> ☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP) <table border="1"> <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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine																		

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

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

Topics in Advanced Control						
Topics in Advanced Control						
Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:	
M.048.92048		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.048.92048 Topics in Advanced Control	2V 2S, SS	60	120	P	40/40

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92048 Topics in Advanced Control	2L, 2S, SS	60	120	C	40/40
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: None None					
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Topics in Advanced Control:</i> Empfohlen: Systemtheorie und Regelungstechnik None <i>Prerequisites of course Topics in Advanced Control:</i> None Recommended: System Theory and Automatic Control					
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Topics in Advanced Control:</i> Dieser Kurs behandelt eine Auswahl aktueller Themen im Bereich der fortgeschrittenen Steuerung. Der erste Teil des Kurses folgt einem regulären Vorlesungsformat, während der Hauptteil des Kurses eine aktive Teilnahme der Studenten und ein unabhängiges Studium aktueller Forschungsthemen im Bereich der fortgeschrittenen Regelungstechnik erfordert. Der Kurs beginnt mit einer kurzen Zusammenfassung einiger Schlüsselkonzepte der fortgeschrittenen Regelungstechnik und der Diskussion des Spektrums zwischen modellfreien und modellbasierten Regelungsansätzen. Dann werden spezifische Themen vorgestellt und die Studierenden wählen eine Forschungsarbeit für ihre Hauptstudie während des Kurses aus. Darüber hinaus bietet dieser Kurs eine Einführung in das wissenschaftliche Lesen, Schreiben und Präsentieren im Laufe des Semesters. Aus methodischer Sicht werden wir fortgeschrittene daten- und modellbasierte Kontrollmethoden diskutieren, insbesondere ihre Anwendung auf reale autonome Systeme, Robotik und Multiagentensysteme. Die Auswahl der Themen kann sich von Jahr zu Jahr ändern. <i>Contents of the course Topics in Advanced Control:</i> This course covers a selection of current topics in advanced control. The first part of the course will follow a regular lecture format, while the main part of the course will require active student participation and independent study of current research topics in advanced control. The course begins by briefly summarizing some key concepts in advanced control and discussing the spectrum between model-free and model-based control approaches. Then, specific topics will be introduced and students will select a research paper for their major study during the course. In addition, this course will provide an introduction to academic reading, writing and presentation as the semester progresses. From a methodological point of view, we will discuss advanced data-and model-based control methods, and in particular their application to real-world autonomous systems, robotics, and multi-agent systems. The selection of topics may change from year to year.					

5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage: • das Spektrum zwischen modellfreier und modellbasierter Regelung zu erklären. • sich selbstständig aus der Literatur Fachwissen zu einem bestimmten Gebiet der Regelungstechnik aneignen. • die Bedeutung von Veröffentlichungen auf dem Gebiet für den Stand der Technik zu interpretieren. • das Wissen und die Techniken aus diesem Kurs auf ein breites Spektrum von Disziplinen anwenden. After completing the module, students will be able to: • Explain the spectrum between model-free and model-based control. • Autonomously gain expertise in a certain field of advanced control from the literature. • Interpret the importance of publications in the field for the state-of-the-art. • Apply the knowledge and techniques from this course to a wide range of disciplines.										
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP)										
	<table border="1"> <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>	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%								
	☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP)										
	<table border="1"> <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	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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none										
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None										
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.										

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Erdal Kayacan
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Topics in Advanced Control:</i> Lehrveranstaltungsseite: https://en.ei.uni-paderborn.de/de/rat Methodische Umsetzung: • Vorlesung und Seminar. • Präsentation von Literatur. • Selbstständiges Einarbeiten in eine Thematik. • Austausch mit anderen Studierenden und einem Betreuer aus der Arbeitsgruppe. • Abschlusspräsentationen von Studierenden. <i>Remarks of course Topics in Advanced Control:</i> Course Homepage: https://en.ei.uni-paderborn.de/de/rat Implementation: • Lecture and seminar. • Presentation of literature. • Independent familiarization with a topic. • Exchange with other students and a supervisor from the group. • Final presentations by students.

Topics in Pattern Recognition and Machine Learning			
Topics in Pattern Recognition and Machine Learning			
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:
M.048.92030	180	6	Wintersemester winter term
	Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):	Sprache / Teaching Language:
	1.-3. Semester	1	en

1	Modulstruktur / Module structure:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	L.048.92030 Topics in Pattern Recognition and Machine Learning	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30	
	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)	
a)	L.048.92030 Topics in Pattern Recognition and Machine Learning	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30	

2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None
---	---

3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:</i> Empfohlen: 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> Recommended: 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: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:</i> 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
---	---

	Domain competence: 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 - Choose an appropriate regression method for function approximation and learn its parameters from training data - Search for latent variables and structure in given data - Make an informative choice for the model order to find a good compromise between degree of detail and generalizability - Comprehend and analyze recent publications from the field of pattern recognition and machine learning Key qualifications: The students - Have gathered an understanding of the importance of the chosen model order on the outcome of classification and regression tasks - Are aware of the impact of a priori assumptions on the result of latent variable and structure discovery in data - Are able to autonomously gain expertise in a certain field of pattern recognition by conducting a literature survey - Can gauge the importance of a given publication for the state of the art in a field - Are able to apply the knowledge and skills learnt in this course to a wide range of disciplines																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></table> ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><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></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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																

9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:</i> Lehrveranstaltungsseite https://ei.uni-paderborn.de/nt/lehre/veranstaltungen/aktuelle-themen-aus-mustererkennung-und-m Methodische Umsetzung • Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation • Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner • Anleitung, wie aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen zu analysieren sind und anschließend eigenständige Einarbeitung in Fachliteratur durch die Studierenden • Präsentation von aktuellen Veröffentlichungen durch die Studierenden Lernmaterialien, Literaturangaben • R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork, Pattern Classification, Wiley, 2001 • K. Fukunaga, Introduction to Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1990 • C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<i>Remarks of course Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:</i> Course Homepage https://ei.uni-paderborn.de/en/nt/teaching/veranstaltungen/topics-in-pattern-recognition-and-maschine-learning Implementation • Lectures predominantly using the blackboard or overhead projector, occasional presentations of (powerpoint) slides , • Exercise classes with exercise sheets and demonstrations on computer • Instructions how to read and analyze scientific publications in this field Autonomous analysis of publications and presentation of results and gained insight Teaching Material, Literature • R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork, Pattern Classification, Wiley, 2001 • I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press, 2016 • C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006

Topics in Signal Processing						
Topics in Signal Processing						
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:			
M.048.92014	180	6	Wintersemester winter 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.048.92014 Topics in Signal Processing	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30
	Course	form of teachin	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92014 Topics in Signal Processing	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30

2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Topics in Signal Processing:</i> Empfohlen: Signal- und Systemtheorie, mindestens Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und linearen Algebra None <i>Prerequisites of course Topics in Signal Processing:</i> Recommended: Signal and system theory, at least a basic understanding of probability and linear algebra
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Topics in Signal Processing:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalt 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. <i>Contents of the course Topics in Signal Processing:</i> Short Description 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. Contents 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.
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: 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. 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.

6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min
	☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP)		
	zu	Type of examination	Duration or scope
	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min
7	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Peter Schreier		

13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Topics in Signal Processing:</i> Lehrveranstaltungsseite http://sst.uni-paderborn.de/teaching/courses/ Methodische Umsetzung Vorlesung und Übung mit aktiver Beteiligung der Studenten, Präsentationen von Studenten Lernmaterialien, Literaturangaben Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben. <i>Remarks of course Topics in Signal Processing:</i> Course Homepage http://sst.uni-paderborn.de/teaching/courses/ Implementation Lectures and tutorials with active student participation, student presentations Teaching Material, Literature References will be given in the first lecture.
----	---

Wireless Communications							
Wireless Communications							
Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92035		180	6		Sommersemester summer term		
		Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):		Sprache / Teaching Language:		
		1.-3. Semester	1		de / en		
1	Modulstruktur / Module structure:						
		Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
	a)	L.048.92035 Wireless Communications	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
		Course	form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.92035 Wireless Communications	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine						

	None
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Wireless Communications:</i> Empfohlen: Wünschenswert sind Grundkenntnisse in digitalen Kommunikationssystemen, wie sie beispielsweise in der Veranstaltung Nachrichtentechnik vermittelt werden. None <i>Prerequisites of course Wireless Communications:</i> Recommended: Some basic knowledge in digital communication systems.
4	Inhalte / Contents: <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: • Zeitdiversität: Maximum Ratio Combiner, Fehlerratenberechnung für kohärenten und inkohärenten Empfang, Verschachtelung • Antennendiversität: SIMO, MISO und MIMO-Techniken • Frequenzdiversität für frequenzselektive Kanäle: Einträgerverfahren mit Sequenzdetektion, Bandspreizverfahren, Mehrträgerübertragung 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. Inhaltsverzeichnis • Pulsamplitudenmodulation und orthogonale Multipulsmodulation • Optimaler Empfänger • Kanalmodelle für den Mobilfunk • Behandlung von Intersymbolinterferenzen • Fehlerrate auf nichtfrequenzselektivem Rayleighkanal • Zeit-, Raum- und Frequenzdiversität • Kanalcodierung • Aktuelle zelluläre Mobilfunksysteme

Contents of the course Wireless Communications:

The course provides students with an insight into the techniques for reliable communication via time and/or frequency selective radio channels. To this end, the physical and statistical modeling of the radio channel is first presented, which forms the basis for understanding the transmission methods adapted to these channel conditions. Then, the main transmission and reception principles are presented, in particular the different diversity schemes:

- Time diversity: maximum ratio combiner, error rate calculation for coherent and incoherent reception, interleaving.
- Antenna diversity: SIMO, MISO and MIMO techniques
- Frequency diversity for frequency selective channels: Single-carrier techniques with sequence detection, band-spreading techniques, multicarrier transmission.

Emphasis will be placed on an illustrative derivation of the receiver principles as operations in a linear vector space. In addition, an insight into current cellular radio communication systems is given.

Table of contents

- Pulse amplitude modulation and orthogonal multi-pulse modulation
- Optimal detection
- Channel models for mobile radio
- Treatment of intersymbol interference
- Error rate on frequency nonselective Rayleigh Fading channel
- Diversity schemes: time, space, and frequency diversity
- Channel coding
- Cellular systems

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
---	--

	Domain competence: After completion of the course students will be able to • Develop a discrete-time statistical channel model for a given physical description of a wireless communication channel • Explain the techniques and algorithms used in the Physical Layer of a wireless communication system • Understand the fundamental design options and decisions taken to realize reliable communication over time variant and frequency selective or nonselective fading channel • Appreciate and categorize the techniques used in modern cellular communication systems to realize reliable communication • 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 • Select and design an appropriate transmission technique for a wireless channel • Simulate and analyze simple communication systems using modern software tools Key qualifications: The students • Can transfer and apply the concept of linear vector spaces to signal processing tasks other than for wireless communications • 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 • Can work cooperatively in a team and subdivide an overall task into manageable subtasks and work packages																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></table> ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><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></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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine																

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	None
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Wireless Communications:</i> Lehrveranstaltungsseite https://ei.uni-paderborn.de/nt/lehre/veranstaltungen/wireless-communications Bereitstellung eines ausführlichen Skripts und stichwortartiger Zusammenfassungsfolien für jede Vorlesung. Bereitstellung vorgefertigter Vorlesungsfolien. Lösungen der Übungsaufgaben und Beispielimplementierungen von Algorithmen werden zur Verfügung gestellt. • Häb-Umbach, Reinhold: Wireless Communications (Lecture notes) • D. Tse: Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2006 • K.D. Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner, 2004 • P. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, Springer/Vieweg 2013 <i>Remarks of course Wireless Communications:</i> Course Homepage 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 • Häb-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

1.5 Spezialisierung / Specialization-Specific: Electronics and Devices

1.5.1 Pflicht-Modulgruppe / Compulsory Module Group: Introduction to Electronics and Devices

Electromagnetic Waves and Waveguides						
Electromagnetic Waves and Waveguides						
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:			
M.048.90105	270	9	Sommersemester summer term			
	Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):	Sprache / Teaching Language:			
	2. Semester	1	en			
1	Modulstruktur / Module structure:					
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
a)	L.048.90105 Electromagnetic Waves and Waveguides	2V 2Ü, SS	60	120	P	100/30
b)	L.048.90106 Electromagnetic Waves and Waveguides - Practical Ex- ercise	2Ü, SS	30	60	P	100/30
	Course	form of teachin	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.90105 Electromagnetic Waves and Waveguides	2L 2Ex, SS	60	120	C	100/30
b)	L.048.90106 Electromagnetic Waves and Waveguides - Practical Ex- ercise	2Ex, SS	30	60	C	100/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:					
	Keine None					

3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Electromagnetic Waves and Waveguides:</i> Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Electromagnetic Waves and Waveguides - Practical Exercise:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Electromagnetic Waves and Waveguides:</i> None <i>Prerequisites of course Electromagnetic Waves and Waveguides - Practical Exercise:</i> None
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Electromagnetic Waves and Waveguides:</i> Inhalt • Wiederholung der Grundlagen: Maxwellsche Gleichungen, konstitutive Beziehungen, Kontinuitätsbedingungen, Energie, • Grundlagen: Frequenzraum, lineare Materialmodelle, Kramers-Kronig-Relation, Poynting-Theorem • die Wellengleichung und ihre Lösungen: ebene Wellen, optische Polarisation, Dämpfung, stehende Wellen, • Dispersion: Phasen- und Gruppengeschwindigkeit, Gruppengeschwindigkeitsdispersion, • Grenzflächen: Fresnelsche Formeln für normalen und schrägen Einfall, Snellsches Gesetz, Transfermatrixmethode, • Wellenleiter: Modenklassifikation, Hohlwellenleiter (Rechteck- und axialsymmetrische), planare dielektrische Wellenleiter und optische Fasern, Dämpfung in Wellenleitern, Leitungstheorie, S-Parameter, • Resonatoren: Grundlagen, Hohlraumresonatoren, Verluste in Resonatoren, dielektrische Resonatoren • Abstrahlung von Wellen: Fernfeldnäherung, Dipol- und lineare Antennen, Antennencharakteristika, Antennenarrays <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Electromagnetic Waves and Waveguides - Practical Exercise:</i> Anwendung der in der Vorlesung gelehrt Verfahren auf eine konkrete Klassifikations- oder Regressionsaufgabe und Auswertung und Diskussion der erzielten Ergebnisse.

	<i>Contents of the course Electromagnetic Waves and Waveguides:</i> Contents • Recapitulation of Basics: Maxwell's equations, constitutive relations, continuity conditions, • Fundamentals: frequency domain, linear material models, Kramers-Kronig relation, Poynting theorem • the wave equation and its solutions: plane waves, optical polarization, attenuation, standing waves, • dispersion: phase and group velocity, group velocity dispersion, • interfaces: Fresnel formulas for normal and oblique incidence, Snell's law, transfer matrix method, • waveguides: Mode classification, hollow waveguides (rectangular and axialsymmetric), dielectric planar dielectric waveguides and optical fibers, attenuation in waveguides, transmission line theory, S-parameters, • resonators: hollow core resonators, losses in resonators, dielectric resonators • radiation of waves: far-field approximation, dipole and linear antennas, antenna characteristics, phased antenna arrays <i>Contents of the course Electromagnetic Waves and Waveguides - Practical Exercise:</i> Application of the concepts taught in the course on a concrete classification or regression task and discussion and evaluation of the achieved results.
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachliche Kompetenz: Nach dem Besuch des Kurses sind die Studierenden in der Lage • zeitharmonische elektromagnetische Felder mathematisch zu modellieren • geeignete analytische Methoden zu identifizieren und anzuwenden • die erhaltenen Ergebnisse physikalisch zu interpretieren und zu visualisieren • theoretische Modelle für elektromagnetische Feldprobleme zu erweitern, zu entwickeln und zu validieren Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden • lernen, die erworbenen Fähigkeiten auch auf andere Disziplinen zu übertragen • erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie die Präsentationsfähigkeiten im Rahmen der Lösung der Übungsaufgaben • erlernen Strategien zur Wissensbeschaffung aus Literatur und Internet • erwerben eine fachspezifische Fremdsprachenkompetenz

8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Bestandene Modulabschlussprüfung (MAP) sowie qualifizierte Teilnahme an der Lehrveranstaltung "Electromagnetic Waves and Waveguides - Practical Exercise" des Moduls. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed and the qualified participation of "Electromagnetic Waves and Waveguides - Practical Exercise" was determined.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: keine
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Jens Förstner
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Electromagnetic Waves and Waveguides:</i> Kurs-Homepage http://tet.upb.de Implementierung 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 selbständig gelöst werden sollen. Lehrmittel, Literatur Folien und Vorlesungsskripte, zusätzliche Empfehlungen für Lehrbücher werden in der Vorlesung gegeben. <i>Remarks of course Electromagnetic Waves and Waveguides:</i> Course Homepage http://tet.upb.de Implementation 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. Teaching Material, Literature Slides and lecture notes, additional recommendations for textbooks will be given in the course.

Analysis and Design of Electronic Circuits

Analysis and Design of Electronic Circuits

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.90107		180	6		Wintersemester winter term		
		Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):		Sprache / Teaching Language:		
		1. Semester	1		en		
1	Modulstruktur / Module structure:						
	Lehrveranstaltung		Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
a)	L.048.90107 Analysis and Design of Elec- tronic Circuits		2V 2Ü, WS	60	120	P	90/30
	Course		form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.90107 Analysis and Design of Elec- tronic Circuits		2L 2Ex, WS	60	120	C	90/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Analysis and Design of Electronic Circuits:</i> Empfohlen: Gute Kenntnisse in Differentialgleichungen, Laplace-Transformation, Fourier-Transformation, Analyse elektrischer Netze (Kirchhoffsche Gesetze, Norton-Äquivalent, Thevenin-Äquivalent, Übertragungsfunktionen, Bode-Diagramm usw.), Physik der Halbleiterbauelemente (Bandddiagramm, 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)						

	None <i>Prerequisites of course Analysis and Design of Electronic Circuits:</i> Recommended: 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)
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Analysis and Design of Electronic Circuits:</i> 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. Inhalte • Nichtlineare Großsignalmodellierung von pn-Diode, Bipolar Junction Transistor (BJT) und MOS-Transistor • Nichtlineare Großsignalanalyse von Schaltungen mit Dioden, BJTs und MOS-Transistoren • Lineare Modellierung und Ein-/Zwei-Tor-Darstellung von Dioden, Transistoren und Verstärkern • Lineare Kleinsignalanalyse von BJT- und MOS-Transistor-Verstärkern • Analyse von Einzeltransistorverstärkern • Analyse von Differenzialverstärkern • Modellierung und Analyse von Operationsverstärkerschaltungen • CMOS-Logik • Analyse und Entwurf von kombinatorischen Logikschaltungen • Analyse und Entwurf von sequentiellen Logikschaltungen • Anwendungsbeispiele

	<i>Contents of the course Analysis and Design of Electronic Circuits:</i> 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 Elektronikentwurf sind übertragbar auf den Entwurf zeit- und amplitudenkontinuierlicher Systeme. Die Methoden für den digitalen Entwurf sind übertragbar auf den Entwurf zeit- und amplitudendiskreter Systeme.

	Domain competence: The students will be able to • describe appropriate methods for analysis and design of analog systems • describe appropriate methods for analysis and design of digital systems • assess the limitations of the different methods • understand and calculate the behaviour of simple analog and digital circuits • use a numeric simulation tool for electronic systems and circuit simulation • describe typical components and subsystems Key qualifications: 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.																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></table> ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><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></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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.																
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).																

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr.-Ing. J. Christoph Scheytt
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Analysis and Design of Electronic Circuits:</i> Lehrveranstaltungs-Homepage https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/circuit-and-system-design/ Methodische Umsetzung • Vorlesung mit Powerpoint-Präsentation und händischen mathematischen Ableitungen über Tablet und Beamer • Ein Teil der Übungen als handschriftliche Rechenaufgaben mit Tablet und Beamer • Der zweite Teil der Übungen als praktische Entwurfsaufgaben unter Verwendung der LTspice-Simulation Lernmaterialien, Literaturangaben Vorlesungsfolien und Videos; Übungsfolien. Zusätzliche Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben • Richard C. Jaeger, Travis N. Blalock, "Microelectronic Circuit Design", McGraw Hill, 4th edition, 2010 • Neil H. E. Weste, David Money Harris, "CMOS VLSI Design", Addison Wesley, 4th edition, 2010 <i>Remarks of course Analysis and Design of Electronic Circuits:</i> Course Homepage https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/circuit-and-system-design/ Implementation • Lecture with Powerpoint presentation and handwritten mathematical derivations using tablet and beamer • One part of the exercises as handwritten calculation exercises using tablet and beamer • Other part of exercises as practical design tasks using using LTspice simulation Teaching Material, Literature Lecture slides and videos; Exercise slides. Additional literature references will be given in the first lecture • Richard C. Jaeger, Travis N. Blalock, "Microelectronic Circuit Design", McGraw Hill, 4th edition, 2010 • Neil H. E. Weste, David Money Harris, "CMOS VLSI Design", Addison Wesley, 4th edition, 2010

1.5.2 Modulgruppe / Module Group: Electronics and Devices

Modulgruppe / Module Group	Electronics and Devices
Module / Modules	* 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 Semiconductor Devices * Radio Frequency Power Amplifiers * Sensor Technology * Solar Electric Energy Systems * VLSI Testing
Modulgruppenverantwortlicher / Module group advisor	Prof. Scheytt, J. Christoph, Dr.-Ing.
Leistungspunkte / Credits ECTS	6
Prüfungsform / Type of examination	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat / Written or Oral Examination or Presentation
Dauer bzw. Umfang / Duration or Scope	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min / 120-180 min or 30-45 min or 30 min
Lernziele / Teaching objectives	Die Studierenden wählen zwei Module entsprechend ihren Interessen in der gewählten Spezialisierung, um Fachwissen in bestimmten Themen zu erwerben.

Modulgruppe / Module Group

Electronics and Devices

The students select two modules according to their interests in the chosen specialization to acquire expertise in certain topics.

Advanced VLSI Design							
Advanced VLSI Design							
Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92043		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.048.92043 Advanced VLSI Design		2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
	Course		form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92043 Advanced VLSI Design		2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:						
	Keine Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced VLSI Design: Empfohlen: Grundlagen der Digitaltechnik / Grundlagen des VLSI-Entwurfs						

	None <i>Prerequisites of course Advanced VLSI Design:</i> Recommended: Fundamentals of Digital Circuits / Fundamentals of VLSI Design Information: Unless otherwise specified, these are recommendations.
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced VLSI Design:</i> Kurzbeschreibung Die Veranstaltung vermittelt grundlegende Kenntnisse über die moderne anwendungsorientierte Modellierung, Simulation, Analyse und Synthese digitaler Systeme auf verschiedenen Abstraktions-ebenen bis hin zum Chip-Layout. Inhalt 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. <i>Contents of the course Advanced VLSI Design:</i> Short Description 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. Contents 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.

5

Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:

Fachkompetenz

Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage

einfache digitale Schaltungen auf verschiedenen Abstraktionsebenen zu modellieren, zu simulieren, zu analysieren und zu synthetisieren und

die wichtigsten kommerziellen Werkzeuge in der Simulation, Analyse und Synthese digitaler Schaltungen anzuwenden.

Fachübergreifende Kompetenzen:

Die Studierenden sind nach Besuch der Veranstaltung in der Lage

moderne Sprachen zur Beschreibung digitaler Schaltungen hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit für die verschiedenen Anwendungen zu beurteilen, auszuwählen und anzuwenden und

die verschiedenen Methoden und Werkzeuge im modernen VLSI-Entwurf anzuwenden.

Domain competence:

After the course students are able

to model, simulate, analyze and synthesize simple digital circuits at different abstraction levels and

to apply the most important commercial tools for simulation, analysis and synthesis of digital circuits.

Key qualifications:

After the course students are able

to assess, select and apply modern digital circuit description languages for their different applications,

apply the different methods and tools in the modern VLSI design.

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%

☒ Final module exam (MAP)

☐ Module exam (MP)

☐ 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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: apl. Prof. Dr. Wolfgang Müller
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced VLSI Design:</i> Lehrveranstaltungsseite www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/advanced-vlsi-design Methodische Umsetzung • Vorlesung mit Beamer und White-Board • Übungen mit Übungsblättern am Computer Lernmaterialien, Literaturangaben • Vorlesungsfolien und Übungsblätter werden über PAUL zur Verfügung gestellt • IEEE Standard-Referenzhandbücher: IEEE Std 1800/1685/1666/1364/1076/1801/1497 • Einzelliteratur zu einzelnen Lehreinheiten

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<i>Remarks of course Advanced VLSI Design:</i> Course Homepage www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/advanced-vlsi-design Implementation * 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 Teaching Material, Literature • Lecture notes and exercise sheets will be provided via PAUL • IEEE standard reference manuals: IEEE Std 1800/1685/1666/1364/1076/1801/1497 • Specific references for individual teaching units

Analog CMOS ICs						
Analog CMOS ICs						
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92015	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.048.92015 Analog CMOS ICs	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
	Course	form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92015 Analog CMOS ICs	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:					
	Keine None					

3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Analog CMOS ICs:</i> Empfohlen: 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> Recommended: 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	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Analog CMOS ICs:</i> **Kurzbeschreibung Die Veranstaltung vermittelt grundlegende Kenntnisse zur analogen Transistorschaltungstechnik mit besonderem Bezug zur CMOS-Technologie. Inhalt 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. <i>Contents of the course Analog CMOS ICs:</i> Short Description The course provides basic knowledge on analogue circuit technology with particular regard to complementary MOS transistors. Contents 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.

5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, - das Verhalten von analogen Schaltungen mit wissenschaftlichen Methoden zu analysieren - und das so erworbene Wissen kreativ beim Schaltungsentwurf einzusetzen. Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden - können methodisches Wissen bei der systematischen Problemanalyse einsetzen, - festigen erworbenes Grundlagenwissen durch Übung, - entwickeln so ihre kreativen Fähigkeiten weiter - und erwerben fachbezogene Fremdsprachenkompetenz. Domain competence: After attending the course, the students will be able to - analyse the characteristics of analogue circuits using scientific methods - and can make creative use of the acquired knowledge in the circuit design process. Key qualifications: The students - make use of methodic knowledge for systematic problem analysis, - consolidate their basic knowledge by practical training, - enhance their creative abilities, - and gain foreign language competences related to the field.										
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP)										
	<table border="1"> <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>	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%								
	☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP)										
	<table border="1"> <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	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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none										

8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Andreas Thiede
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Analog CMOS ICs:</i> Lehrveranstaltungsseite http://groups.upb.de/hfe/lehre/acc.html Methodische Umsetzung • Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, unterstützt durch Animationen und Folien, • Präsenzübungen mit Aufgabenblättern, deren Lösungen die Studierenden in der Übung gemeinsam und mit Unterstützung des Übungsleiters erarbeiten. Lernmaterialien, Literaturangaben A. Thiede, Analog CMOS Integrated Circuits, Vorlesungsskript Universität Paderborn A. Thiede, Analog CMOS Integrated Circuits, Lecture Script University Paderborn • Razavi, B.: Design of Analog CMOS Integrated Circuits. McGraw Hill. 2001

<i>Remarks of course Analog CMOS ICs:</i> Course Homepage http://groups.upb.de/hfe/teaching/acc.html Implementation • Lectures with black board presentation, supported by animated graphics and transparencies, • Presence exercises with task sheets to be solved by the students together, supported by the teacher. Teaching Material, Literature A. Thiede, Analog CMOS Integrated Circuits, Lecture Script University Paderborn • Razavi, B.: Design of Analog CMOS Integrated Circuits. McGraw Hill. 2001

Controlled AC Drives						
Controlled AC Drives						
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92016	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.048.92016 Controlled AC Drives	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
	Course	form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92016 Controlled AC Drives	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:					
	Keine None					

3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Controlled AC Drives:</i> Empfohlen: Die Teilnehmer sollten ein Bachelormodul zu den Grundlagen elektrischer Antriebe bereits absolviert haben. None <i>Prerequisites of course Controlled AC Drives:</i> Recommended: It is strongly recommended that the students should have already finished a Bachelor course on the basics of electrical drives
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Controlled AC Drives:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalt • Drehstrommaschinen: Synchronmotor und Asynchronmotor (Aufbau, Wirkungsweisen, Modellierung, Ersatzschaltbilder, Kennlinien, Arbeitsbereiche) • Drehmoment und Drehzahl-Steuerung • Raumzeigertheorie (Grundwellenfelder, Koordinatentransformationen) • Prinzipien der flussorientierten Regelung • Strom-, Drehmoment- und Drehzahl-Regelung, Entwurfsmethoden, Direct Torque Control (DTC), Beobachter • Anwendungen aus Industrie, Straßen- und Schienenfahrzeugen <i>Contents of the course Controlled AC Drives:</i> Short Description 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. Contents • AC drives: Synchronous and induction motor (structure, basic physical effects, modeling, equivalent circuit diagrams, characteristic curves, operation areas) • Speed and torque control • Space vector theory (fundamental wave, coordinate transformation) • Principles of flux-oriented control • Closed-loop control of current, torque and speed, design methods • Direct Torque Control (DTC) • Observers • Applications in industry, road and rail vehicles

5

Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:

Fachkompetenz:

Die Studenten verstehen der wichtigsten Arten von Drehstromantrieben und ihre Eigenschaften und sind in der Lage, selbständig solche Antriebe auszuwählen und zu entwerfen.

Fachübergreifende Kompetenzen:

Die Studenten lernen

die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen

erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungen

erwerben eine fachbezogene Fremdsprachenkompetenz.

Domain competence:

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.

Key qualifications:

The students learn

to transfer the learned skills also to other disciplines,

extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises

learn strategies to acquire knowledge from literature and internet.

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%

☒Final module exam (MAP)
☐Module exam (MP)
☐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

Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:

keine

none

8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr.-Ing. Joachim Böcker
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: ACHTUNG - WICHTIGER HINWEIS Die Lehrveranstaltung findet im SoSe 2024 nicht statt. <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Controlled AC Drives:</i> Lehrveranstaltungsseite http://ei.uni-paderborn.de/lea/ Methodische Umsetzung Teile der Veranstaltung werden als Rechnerübung durchgeführt. Lernmaterialien: Skript, weitere Literaturempfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben. ACHTUNG - WICHTIGER HINWEIS Die Lehrveranstaltung findet im SoSe 2024 nicht statt.

ATTENTION - IMPORTANT NOTICE The course doesn't take place in summer term 2024.

Remarks of course Controlled AC Drives:

Course Homepage

<http://ei.uni-paderborn.de/lea/>

Implementation

Parts of the course are organized as computer-based exercises.

Teaching Material, Literature

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

ATTENTION - IMPORTANT NOTICE The course doesn't take place in summer term 2024.

Energy Transition						
Energy Transition						
Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:	
M.048.92034		180	6		Wintersemester winter 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.048.92034 Energy Transition	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30

	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92034 Energy Transition	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None					
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Energy Transition:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Energy Transition:</i> None					
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Energy Transition:</i> 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, eine 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					

	<i>Contents of the course Energy Transition:</i> Short Description 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. Contents 1. Existing energy structures: History, development 2. Present components & systems: generation, transport, consumption 3. Characteristics of variable renewable energy sources: solar thermal, photovoltaics, wind power 4. Characteristics of renewable energy sources: hydro & wind power 5. Characteristics of steady renewable energy sources: biomass, geothermal energy 6. Individual and combined availability and performance 7. Energy management, transport (smart grid) and storage necessities 8. Storage devices and concepts: types, performance, costs 9. New concepts to minimize costs: decentralized, autonomous and semi-autonomous systems, swarm concepts, demand side management, (DSM), power to gas & heat (P2X) 10. Geographical differences: Local resources, potentials, load structures 11. Legislative issues: access to grid & electricity spot-market 12. Excursion to practical project examples
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: 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. Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden • sind in der Lage die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen, • können methodenorientiertes Vorgehen bei der Implementierung einer nachhaltigen Energieversorgung einsetzen, • sind in der Lage, sich in der Zukunft selbst weiterzubilden. Domain competence: 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. Key qualifications: 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

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

13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Energy Transition:</i> Lehrveranstaltungsseite http://www.nek.upb.de/lehre Methodische Umsetzung Vorlesung mit praktischen Beispielrechnungen & Simulationen; Exkursion zu Praxisbeispielen Lecture combined with practical examples & simulations; Excursion to see applications in practice. Lernmaterialien, Literaturangaben 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 & 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 & James, 2006. Geert Verbong, Derk Looibach: Governing the Energy Transition - Reality, Illusion or Necessity?, Routledge, 2012 *Journals: Renewable Energy, Elsevier; IEEE Transactions on Power Systems</i> Bemerkungen Exkursion zu einem praktischen Projekt (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) <i>Remarks of course Energy Transition:</i> Course Homepage http://www.nek.upb.de/lehre Implementation Lecture combined with practical examples & simulations; Excursion to see applications in practice. Teaching Material, Literature 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 & 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 & James, 2006. Geert Verbong, Derk Looibach: Governing the Energy Transition - Reality, Illusion or Necessity?, Routledge, 2012 Journals: Renewable Energy, Elsevier; IEEE Transactions on Power Systems Comments Excursion to a practical project (e.g., pumped hydro storage (PHS))
----	---

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

1	Modulstruktur / Module structure:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	L.048.90704 Fast Integrated Circuits for Wireline Communications	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30	
	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)	
a)	L.048.90704 Fast Integrated Circuits for Wireline Communications	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fast Integrated Circuits for Wireline Communications:</i> Empfohlen: 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> Recommended: 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: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Fast Integrated Circuits for Wireline Communications:</i> 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
---	--

	<i>Contents of the course Fast Integrated Circuits for Wireline Communications:</i> 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.

	Domain competence: The student will be able to: • describe and analyze transmitter and receiver architectures for broadband communication links • understand and describe semiconductor technologies and integrated high-frequency devices for broadband circuits • to analyze circuit design techniques for transmitter and receiver circuits and describe ways to optimize them • to describe circuits in PLL technique for frequency synthesis and clock recovery • to describe measurement methods Key qualifications: 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.																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></table> ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><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></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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.																

10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr.-Ing. J. Christoph Scheytt
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Fast Integrated Circuits for Wireline Communications:</i> Lehrveranstaltungsseite https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/fast-integrated-circuits-for-wireline-communications/ Methodische Umsetzung Vorlesung mit Übungen (einschließlich rechnerunterstütztem Entwurf mit IC-Entwurfssoftware) Lernmaterialien, Literaturangaben Handouts und Literatur-Referenzen werden in der Vorlesung angegeben. • E. Säckinger, "Broadband Circuits for Optical Fiber Communication", Wiley, 2005 • B. Razavi, "Design of Integrated Circuits for Optical Communications", McGraw-Hill, 2003 Bemerkungen 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). <i>Remarks of course Fast Integrated Circuits for Wireline Communications:</i> Course Homepage https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/fast-integrated-circuits-for-wireline-communications/ Implementation Lecture with Exercises (including computer-aided design using electronic design software) Teaching Material, Literature Handouts and literature references will be given in the lecture. • E. Säckinger, "Broadband Circuits for Optical Fiber Communication", Wiley, 2005 • B. Razavi, "Design of Integrated Circuits for Optical Communications", McGraw-Hill, 2003 Comments 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).

High-Frequency Electronics

High-Frequency Electronics

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92017		180	6		Wintersemester winter 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.048.92017 High-Frequency Electronics		2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30
	Course		form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92017 High-Frequency Electronics		2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung High-Frequency Electronics:</i> Empfohlen: 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> Recommended: 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.						

4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung High-Frequency Electronics:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalt 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. <i>Contents of the course High-Frequency Electronics:</i> Short Description 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. ** Contents ** 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.
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • die für eine konkrete Aufgabenstellung optimale Halbleitertechnologie auszuwählen, • den Entwurf eines integrierten Hochfrequenzschaltkreises auszuführen • und die gefertigten Komponenten zu charakterisieren. Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden • können methodisches Wissen bei der systematischen Problemanalyse einsetzen, • beziehen in komplexe Optimierungsprobleme auch fertigungstechnische und ökonomische Aspekte ein, • lernen das industrieübliche CAD-System ADS kennen • und erwerben fachbezogene Fremdsprachenkompetenz.

	Domain competence: After attending the course, the students will be able to • select the most suitable semiconductor technology for a given problem, • run the complete design process of a high-frequency integrated circuit, • and to characterize fabricated samples. Key qualifications: The students • can use of methodic knowledge for systematic problem analysis, • include aspects of fabrication technology and economy into complex optimization problems, • get familiar with the CAD system ADS, which is commonly used in industry • and gain foreign language competences related to the field.																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></table> ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><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></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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.																
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).																

11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Andreas Thiede
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung High-Frequency Electronics:</i> Lehrveranstaltungsseite http://groups.upb.de/hfe/lehre/hfe.html Methodische Umsetzung • Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, unterstützt durch Animationen und Folien, • Präsenzübungen mit Aufgabenblättern, deren Lösungen die Studierenden in der Übung gemeinsam und mit Unterstützung des Übungsleiters, teilweise unter Einsatz von CAD-Software erarbeiten. Lernmaterialien, Literaturangaben 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. <i>Remarks of course High-Frequency Electronics:</i> Course Homepage http://groups.upb.de/hfe/teaching/hfe.html Implementation • Lectures with black board presentation, supported by animated graphics and transparencies, • Presence exercises with task sheets to be solved by the students together, supported by the teacher, and partially using CAD software. Teaching Material, Literature 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.

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

1	Modulstruktur / Module structure:						
		Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	L.048.92028 Integrated Circuits for Wireless Communication	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
		Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.92028 Integrated Circuits for Wireless Communication	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine						
	None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:						
	Keine						
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Integrated Circuits for Wireless Communication:</i>						
	Empfohlen: 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>						
	Recommended: Lecture Schaltungstechnik resp. Circuit and System Design. Helpful supplement: Lecture "Wireless Communications" by Prof. Hab-Umbach.						

4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Integrated Circuits for Wireless Communication:</i> 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
---	--

	<i>Contents of the course Integrated Circuits for Wireless Communication:</i> Short Description 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. 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. Contents 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: • Transmitter and receiver architectures for wireless communications • System Theory Basics – Signals and noise – Modulation and demodulation – Transmission properties of wireless communications systems • Semiconductor technologies and integrated high-frequency devices • Amplifiers (low-noise and variable-gain amplifiers) • Mixers • Oscillators • Frequency synthesizer PLLs
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Die Studierenden sind nach Besuch der Vorlesung in der Lage, • Architekturen und Schaltungen von drahtlosen Kommunikationssystemen zu beschreiben • wesentliche Übertragungseigenschaften von Funksystemen zu beschreiben und zu berechnen • Entwurfsmethoden anzuwenden, um integrierte Schaltungskomponenten für Funksysteme zu entwerfen The students will be able • to describe architectures and circuits of wireless communication systems • to describe and calculate fundamental signal transmission properties of wireless systems • to apply design methods to design components of radio frequency ICs

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

13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Integrated Circuits for Wireless Communication:</i> Lehrveranstaltungsseite https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/integrierte-schaltungen-fuer-die-drahtlose-kommunikation/ Methodische Umsetzung • Vorlesung mit Powerpoint-Präsentation und handschriftlichen Herleitungen auf Tablet und Beamer • Übung zum Teil als handschriftliche Rechenübung mit Tablet und Beamer, zum Teil als Praxisübung mit IC-Entwurf mittels Chip-Entwurfssoftware Lernmaterialien, Literaturangaben Folien und Videos der Vorlesungen, sowie Folien zur Übung werden zur Verfügung gestellt. • Behzad Razavi "RF Microelectronics", Prentice Hall, 2011 • Thomas Lee "The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits", Cambridge University Press 2003 <i>Remarks of course Integrated Circuits for Wireless Communication:</i> Course Homepage https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/integrierte-schaltungen-fuer-die-drahtlose-kommunikation/ Implementation • Lecture with Powerpoint presentation and handwritten mathematical derivations using tablet and beamer • Exercises partly as handwritten calculation exercises using tablet and beamer and partly as practical IC design exercises using modern IC design software Teaching Material, Literature Lecture slides and videos as well as exercise slides will be made available. • Behzad Razavi "RF Microelectronics", Prentice Hall, 2011 • Thomas Lee "The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits", Cambridge University Press 2003
----	--

Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method			
Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method			
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:
M.048.92036	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	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	L.048.92036 Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
		Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.92036 Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> Empfohlen: 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> Recommended: 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	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalt • Einführung, Motivation • Grundlagen der Discontinuous Galerkin Methode • Linear Systeme • Theoretische Grundlagen, Diskrete Stabilität • Numerische Probleme, Stabilität • Höhere Ordnungen, Globale Eigenschaften • Simulation elektromagnetischer Felder <i>Contents of the course Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> Short Description 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. Contents Contents • Introduction, Motivation, History • Basic elements of the Discontinuous Galerkin Method • Linear systems * Theory foundation and discrete stability • Nonlinear problems and properties • Higher order, global problems • Application to electromagnetic field simulation
---	--

5

Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:

Fachkompetenz:

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

komplexe elektromagnetische Feldprobleme mathematisch zu formulieren (Modellbildung, Analysieren)

die Discontinuous Galerkin Methode auf physikalische Probleme zu übertragen, anzuwenden und zu prüfen (Anwenden, Synthetisieren, Evaluieren)

numerisch gewonnene Ergebnisse zu visualisieren und physikalisch zu deuten (Evaluieren)

Fachübergreifende Kompetenzen:

Die Studierenden

lernen, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,

erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungen

erlernen Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium und Internetnutzung,

erwerben eine fachbezogene Fremdsprachenkompetenz

Domain competence:

After attending the course, the student will be able to

mathematically model complex electromagnetic field problems

transfer, apply, validate the Discontinuous Galerkin method on physical problems

to physically interpret and visualise the obtained results

Key qualifications:

The students

learn to transfer the acquired skills also to other disciplines

extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises

learn strategies to acquire knowledge from literature and internet

acquire a specialised foreign language competence

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%

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ 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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Jens Förstner		
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method:</i> Methodische Umsetzung 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> Implementation The theoretical concepts are presented in form of a lecture. In the corresponding exercises simulation techniques are practised by writing or adapting small programs.		

Optical Communication A

Optical Communication A

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92019		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.048.92019 Optical Communication A		2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
	Course		form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92019 Optical Communication A		2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optical Communication A:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Optical Communication A:</i> None						

4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optical Communication A:</i> Kurzbeschreibung Die Vorlesung Optische Nachrichtentechnik A vermittelt Grundkenntnisse auf dem Gebiet der Optischen Nachrichtentechnik und der hierbei verwendeten optischen Komponenten. Inhalt Maxwell-Gleichungen, Wellenausbreitung, Polarisierung, dielektrische Schichtwellenleiter und kreiszylindrische Wellenleiter, Dispersion, Laser, Photodioden, optische Verstärker, Modulation, Signalformate, optische Empfänger, Rauschen, Regeneratoren, Wellenlängenmultiplex. Hier werden die wichtigsten Zusammenhänge vermittelt. <i>Contents of the course Optical Communication A:</i> Short Description The lecture Optical Communication A gives basic knowledge in Optical Communication and the components used in this field. Contents 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.
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, im behandelten Umfang • die Funktionsweise von Komponenten, Phänomenen und Systemen der Optischen Nachrichtentechnik zu verstehen, modellieren und anzuwenden und • Kenntnisse der Optoelektronik anzuwenden. Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden • können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen, • können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und • sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden Professional Competence After attending the course, the students will be able, in the taught subjects, to • describe, model and apply the function of components, systems and effects of optical communications and • apply knowledge of optoelectronics (Soft) Skills The students • are able to apply the knowledge and skills to a wide range of disciplines, • are able to make use of a methodical procedure when undertaking systematic analysis and • are, due to the abstract and precise treatment of the contents, in a position to continue and develop their learning themselves

6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min
	Gewichtung für die Modulnote 100%		
	☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP)		
	zu	Type of examination	Duration or scope
	a)	Written or Oral Examination or Presentation	120-180 min or 30-45 min or 30 min
	Weighting for the module grade 100%		
7	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Reinhold Noé		

13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Optical Communication A:</i> Lehrveranstaltungsseite http://ont.upb.de Lernmaterialien, Literaturangaben Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug): • 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 • Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002 • D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik • W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik • G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen) • K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992 • H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter) • Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik) • R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag <i>Remarks of course Optical Communication A:</i> Course Homepage http://ont.upb.de Teaching Material, Literature Scripts, exercise sheets and advanced literature (excerpt): • 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 • Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002 • D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik • W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik • G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen) • K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992 • H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter) • Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik) • R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag
----	---

Optical Communication B

Optical Communication B

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92020		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.048.92020 Optical Communication B		2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
	Course		form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92020 Optical Communication B		2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optical Communication B:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Optical Communication B:</i> None						

4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optical Communication B:</i> Kurzbeschreibung Die Vorlesung Optische Nachrichtentechnik B vermittelt Kenntnisse auf dem Gebiet der Modenkopplung in der Optischen Nachrichtentechnik und erklärt damit die Funktion vieler optischer Komponenten. Inhalt Modenkopplung: 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. <i>Contents of the course Optical Communication B:</i> Short Description The lecture Optical Communication B gives some knowledge about mode coupling in Optical Communication and explains the function of many optical components. Contents Mode Coupling: 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.
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, im behandelten Umfang • die Funktionsweise von Komponenten, Phänomenen und Systemen der Optischen Nachrichtentechnik zu verstehen, modellieren und anzuwenden und • Kenntnisse der Optoelektronik anzuwenden. Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden • können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einsetzen, • können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und • sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden

	Professional Competence After attending the course, the students will be able, in the taught subjects, to • describe, model and apply the function of components, systems and effects of optical communications and • apply knowledge of optoelectronics (Soft) Skills The students • are able to apply the knowledge and skills to a wide range of disciplines, • are able to make use of a methodical procedure when undertaking systematic analysis and • are, due to the abstract and precise treatment of the contents, in a position to continue and develop their learning themselves																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></table> ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><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></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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.																
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).																

11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Reinhold Noé
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Optical Communication B:</i> Lehrveranstaltungsseite http://ont.upb.de Lernmaterialien, Literaturangaben Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug): • Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN 978-3-662-49623-7 • Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002 • D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik • W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik • G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen) • K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992 • H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter) • Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik) • R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag

<i>Remarks of course Optical Communication B:</i> Course Homepage http://ont.upb.de Teaching Material, Literature Scripts, exercise sheets and advanced literature (excerpt): • Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN 978-3-662-49623-7 • Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002 • D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik • W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik • G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen) • K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992 • H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter) • Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik) • R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag
--

Optical Communication C						
Optical Communication C						
Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:	
M.048.92021		180	6		Wintersemester winter 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.048.92021 Optical Communication C	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92021 Optical Communication C	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None					
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optical Communication C:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Optical Communication C:</i> None					
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optical Communication C:</i> Kurzbeschreibung Die Vorlesung und Übung Optische Nachrichtentechnik C vermittelt Kenntnisse über verschiedene optische Modulations- und Demodulationsverfahren. Inhalt Modulationsverfahren: 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. <i>Contents of the course Optical Communication C:</i> Short Description The lecture Optical Communication C gives knowledge in various optical modulation and demodulation techniques. Contents Modulation Formats: 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.					

5

Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:

Fachkompetenz:
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, im behandelten Umfang

- die Funktionsweise von Komponenten, Phänomenen und Systemen der Optischen Nachrichtentechnik zu verstehen, modellieren und anzuwenden und
- Kenntnisse der Optoelektronik anzuwenden.

Fachübergreifende Kompetenzen:
Die Studierenden

- können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einsetzen,
- können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und
- sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden

Professional Competence
After attending the course, the students will be able, in the taught subjects, to

- describe, model and apply the function of components, systems and effects of optical communications and
- apply knowledge of optoelectronics

(Soft) Skills
The students

- are able to apply the knowledge and skills to a wide range of disciplines,
- are able to make use of a methodical procedure when undertaking systematic analysis and
- are, due to the abstract and precise treatment of the contents, in a position to continue and develop their learning themselves

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%

☒Final module exam (MAP)
☐Module exam (MP)
☐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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Reinhold Noé
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Optical Communication C:</i> Lernmaterialien, Literaturangaben Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug): • 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 • Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002 • D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik • W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik • G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen) • K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992 • H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter) • Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik) • R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag

Remarks of course Optical Communication C:

Teaching Material, Literature

Scripts, exercise sheets and advanced literature (excerpt):

- Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN 978-3-662-49623-7
- Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002
- D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik
- W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik
- G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen)
- K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992
- H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter)
- Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik)
- R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag

Optical Communication D						
Optical Communication D						
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:			
M.048.92022	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.048.92022 Optical Communication D	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
	Course	form of teachin	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92022 Optical Communication D	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30

2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optical Communication D:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Optical Communication D:</i> None
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optical Communication D:</i> Kurzbeschreibung Die Vorlesung Optische Nachrichtentechnik D vermittelt Kenntnisse über nichtlineare optische Verzerrungen in Lichtwellenleitern, elektronische Detektion linearer Verzerrungen, außerdem Polarisationsverwürfelung. Inhalt Ausgewählte Kapitel 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. <i>Contents of the course Optical Communication D:</i> Short Description The lecture Optical Communication D gives knowledge about nonlinear optical effects in waveguides, their electronical detection, furthermore polarization scrambling. Contents Selected Topics 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.

5

Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:

Fachkompetenz:

Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, im behandelten Umfang

die Funktionsweise von Komponenten, Phänomenen und Systemen der Optischen Nachrichtentechnik zu verstehen, modellieren und anzuwenden und

Kenntnisse der Optoelektronik anzuwenden.

Fachübergreifende Kompetenzen:

Die Studierenden

können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,

können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und

sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden

Professional Competence

After attending the course, the students will be able, in the taught subjects, to

describe, model and apply the function of components, systems and effects of optical communications and

apply knowledge of optoelectronics

(Soft) Skills

The students

are able to apply the knowledge and skills to a wide range of disciplines,

are able to make use of a methodical procedure when undertaking systematic analysis and

are, due to the abstract and precise treatment of the contents, in a position to continue and develop their learning themselves

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%

☒Final module exam (MAP)
☐Module exam (MP)
☐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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Reinhold Noé
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Optical Communication D:</i> Lehrveranstaltungsseite http://ont.upb.de Lernmaterialien, Literaturangaben Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug): • 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 • Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002 • D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik • W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik • G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen) • K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992 • H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter) • Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik) • R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag

Remarks of course Optical Communication D:

Course Homepage

<http://ont.upb.de>

Teaching Material, Literature

Scripts, exercise sheets and advanced literature (excerpt):

- R. Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN 978-3-662-49623-7
- Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002
- D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik
- W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik
- G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen)
- K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992
- H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter)
- Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik)
- R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag

Optical Waveguide Theory

Optical Waveguide Theory

Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:
M.048.92038	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.048.92038 Optical Waveguide Theory	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30

	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92038 Optical Waveguide Theory	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None					
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optical Waveguide Theory:</i> Empfohlen: Grundlagen der Elektrodynamik (auf Niveau des Kurses "Elektromagnetische Wellen"), Mathematische Grundlagen (Bachelor Niveau). None <i>Prerequisites of course Optical Waveguide Theory:</i> Recommended: Bachelor-level knowledge in electrodynamics and mathematics as taught in the course Fields&Waves.					
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optical Waveguide Theory:</i> Kurzbeschreibung 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. Inhalt • Photonik, integrierte Optik, dielektrische Wellenleiter: Beispiele, Motivation. • Kurze Wiederholung der benötigten mathematischen Hilfsmittel. • Maxwellgleichung in verschiedenen Formulierungen, Klassen von Problemen. • Normale Moden in dielektrischen optischen Wellenleitern, Orthogonalität, Vollständigkeit, Streumatrizen, reziproke Schaltkreise. • Beispiele für dielektrische optische Wellenleiter (Mehrschichtsysteme, integriert-optische Kanäle, Glasfasern), gebogene Wellenleiter, Whispering-Gallery Moden. • Coupled mode theory in konventioneller kodirektionaler, und hybrid analytischer/numerischer Variante, Störungstheorie für optische Wellenleiter. • Optional: Behandlung von Randbedingungen, Anfangsbedingungen (Strahlpropagations-Methode), Wellenleiter-Diskontinuitäten (BEP/QUEP Simulationen), Photonische-Kristall-Wellenleiter und -Fasern, plasmonische Wellenleiter.					

	<i>Contents of the course Optical Waveguide Theory:</i> Short Description 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. Contents * 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 & fibers, plasmonic waveguides.
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • Systeme der integrierten Optik und Photonik mathematisch zu formulieren (Modellbildung, Analysieren) • analytische Lösungsmethoden und Näherungsverfahren zu identifizieren, anzuwenden und zu validieren (Anwenden, Synthetisieren, Evaluieren) • die gewonnenen Ergebnisse zu veranschaulichen und physikalisch zu bewerten (Evaluieren) • theoretische Modelle für Systeme der integrierten Optik und Photonik zu entwickeln und deren Gültigkeit zu validieren (Synthetisieren, Evaluieren) Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden • lernen, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen (Elemente der Elektrotechnik, Physik und Mathematik werden angesprochen), • erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben und der Vorstellung und Diskussion ihrer eigenen Lösungen, • erlernen Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium und Internetnutzung, • erwerben weitere fachbezogene Fremdsprachenkompetenz.

	Domain competence: After attending the course, the student will be able to • to mathematically model electromagnetic field problems of systems in integrated optics and photonics • to identify, apply and verify appropriate analytical methods and approximation techniques • to physically interpret and visualise the obtained results • to extend, develop and validate theoretical models for integrated optics and photonics Key qualifications: The students • learn to transfer the acquired skills also to other disciplines • extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises • learn strategies to acquire knowledge from literature and internet • acquire a specialised foreign language competence																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></table> Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist. ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><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></table> Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the examination will be conducted.	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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																

9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Dr. Manfred Hammer
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Optical Waveguide Theory:</i> Lehrveranstaltungsseite http://ei.uni-paderborn.de/tet/ Methodische Umsetzung Die theoretischen Konzepte werden in der Form einer Vorlesung präsentiert; Übungen und Hausaufgaben vertiefen und ergänzen die Theorie. <i>Remarks of course Optical Waveguide Theory:</i> Course Homepage http://ei.uni-paderborn.de/tet/ Implementation The theoretical concepts will be presented as a lecture. The methods presented will be practiced in exercises classes and by means of homework assignments.

Power Electronics			
Power Electronics			
Modulnummer / Module number: M.048.92023	Workload (h): 180	Leistungspunkte / Credits: 6	Turnus / Regular Cycle: Wintersemester winter term
	Studiensemester / Semester number: 1.-3. Semester	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.): 1	Sprache / Teaching Language: en

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

1	Modulstruktur / Module structure:						
		Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	L.048.92023 Power Electronics	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30
		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	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:						
	Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Power Electronics:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Power Electronics:</i> None						

4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Power Electronics:</i> Kurzbeschreibung 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 Grundsaltungen werden erörtert und analysiert und typische Anwendungen aus Industrie, Energiewirtschaft und Verkehrstechnik erläutert. Inhalt • Idealisierung leistungselektronischer Schaltungen als schaltende Netzwerke • Grundsaltungen selbstgeführter Stromrichter: Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller • Grundsaltungen fremdgeführter Stromrichter • Kommutierung, Entlastungsschaltungen • Mittelwertmodellierung • Pulsweitenmodulation, Strom- und Spannungsschwankungen, Oberschwingungen • Thermische Modellierung und Auslegung • Beispielanwendungen aus den Bereichen Bahn, Straßenfahrzeuge, Industrie und Energieerzeugung und -verteilung <i>Contents of the course Power Electronics:</i> Short Description 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. Contents • Modelling power electronic circuits as idealised switching networks • Basic circuits of self-commutated converters: Buck and boost converters • Basic circuits of line- and load-commutated converters • Commutation, snubber circuits • State-Space averaging • Pulse width modulation, current and voltage ripples, harmonics • Application examples from railway, automotive, industry, and energy generation and distribution
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: • Verständnis moderner Prinzipien elektrischer Energieumformung • Kompetenz zur Beurteilung, Auswahl und Auslegung leistungselektronischer Schaltungen Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studenten • lernen die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen, • erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungen, • erlernen Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium und Internetnutzung, • erwerben eine fachbezogene Fremdsprachenkompetenz.

	Domain competence: • Understanding the modern principles of electrical energy conversion • Competence to evaluate, select and design power electronic circuits Key qualifications: The students • learn to transfer the learned skills also to other disciplines, • extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises, • learn strategies to acquire knowledge from literature and internet.																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></table> Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist. ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><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></table> Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the examination will be conducted.	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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.																

10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr.-Ing. Joachim Böcker
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Power Electronics:</i> Lehrveranstaltungsseite http://wwwlea.upb.de Methodische Umsetzung • Vorlesung mit Wechsel aus Tafelanschrieb und vorbereiteter Präsentation • Gruppenübungen • Rechnerübungen im Computerraum Lernmaterialien, Literaturangaben Vorlesungsfolien und Skript, weitere Literaturempfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben. • 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

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

Radio Frequency Power Amplifiers							
Radio Frequency Power Amplifiers							
Modulnummer / Module number: M.048.92025		Workload (h): 180	Leistungspunkte / Credits: 6		Turnus / Regular Cycle: Wintersemester winter term		
		Studiensemester / Semester number: 1.-3. Semester	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.): 1		Sprache / Teaching Language: en		
1	Modulstruktur / Module structure:						
	Lehrveranstaltung		Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
a)	L.048.92025 Radio Frequency Power Am- plifiers		2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.92025 Radio Frequency Power Amplifiers	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Keine None					
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Radio Frequency Power Amplifiers:</i> Empfohlen: 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> Recommended: 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	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Radio Frequency Power Amplifiers:</i> Kurzbeschreibung Die Veranstaltung vermittelt grundlegende Kenntnisse über den Entwurf integrierter Hochfrequenzleistungsverstärker insbesondere für Anwendungen in der Mobilkommunikation und der Sensorik. Inhalt 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. <i>Contents of the course Radio Frequency Power Amplifiers:</i> Short Description The course provides basic knowledge on the design of integrated RF power amplifiers, in particular for mobile communication and sensor applications. Contents 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.					

5

Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:

Fachkompetenz:

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

• das Verhalten von nichtlinearen Verstärkern zu beschreiben und analysieren,

• die verschiedenen Verstärkerklassen zu unterscheiden, zielgerichtet einzusetzen und zu dimensionieren,

• geeignete Maßnahmen zur Verbesserung des Wirkungsgrades sowie der Linearität zu ergreifen

• und die für konkrete Problemstellungen geeignetste Halbleitertechnologie auswählen.

Fachübergreifende Kompetenzen:

Die Studierenden

• können methodisches Wissen bei der systematischen Problemanalyse einsetzen,

• beziehen in komplexe Optimierungsprobleme auch fertigungstechnische und ökonomische Aspekte ein,

• lernen das industrieübliche CAD-System ADS kennen

• und erwerben fachbezogene Fremdsprachenkompetenz.

Domain competence:

After attending the course, the students will be able to

• describe and analyse the performance of non-linear amplifiers,

• distinguish, make dedicated use, and dimension power amplifiers of different classes,

• take effective measures for efficiency enhancement and linearization,

• and to select appropriate semiconductor fabricated technologies for given problems.

Key qualifications:

The students

• can make use of methodic knowledge for systematic problem analysis,

• include aspects of fabrication technology and economy into complex optimization problems,

• get familiar with the CAD system ADS, which is commonly used in industry

• and gain foreign language competences related to the field.

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%

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ 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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)		
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Andreas Thiede		
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Radio Frequency Power Amplifiers:</i> Lehrveranstaltungsseite http://groups.uni-paderborn.de/hfe/lehre/acc.html Methodische Umsetzung • Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, unterstützt durch Animationen und Folien, • Präsenzübungen mit Aufgabenblättern, deren Lösungen die Studierenden in der Übung gemeinsam und mit Unterstützung des Übungsleiters, teilweise unter Einsatz von CAD-Software erarbeiten. **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		

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

<i>Remarks of course Radio Frequency Power Amplifiers:</i> Course Homepage http://groups.uni-paderborn.de/hfe/teaching/acc.html Implementation • Lectures with black board presentation, supported by animated graphics and transparencies • Presence exercises with task sheets to be solved by the students together, supported by the teacher, and partially using CAD software. Teaching Material, Literature 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
--

Solar Electric Energy Systems							
Solar Electric Energy Systems							
Modulnummer / Module number:		Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:		Turnus / Regular Cycle:		
M.048.92033		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.048.92033 Solar Electric Energy Sys- tems	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30
		Course	form of teachin	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.92033 Solar Electric Energy Sys- tems	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine						
	None						

3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Solar Electric Energy Systems:</i> Keine None <i>Prerequisites of course Solar Electric Energy Systems:</i> None
4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Solar Electric Energy Systems:</i> Kurzbeschreibung Umwandlung von Sonnenlicht in Elektrizität zur Energieversorgung: Grundlagen, Eigenschaften solarer Einstrahlung, solarthermische und photovoltaische Wandler: Materialien, Performance, Energieertrag, Lebensdauer, Normen, Prüfung, Systeme, Modellierung, Simulation. Inhalt 1. Potentiale, astronomische Gegebenheiten, Einstrahlung, Abschattung 2. Konzentration, Solarthermische Energiewandlung 3. Prinzip der photovoltaischen Energiewandlung, Parameter photovoltaischer Wandler 4. Herstellung von Solarzellen, Solarmodulen, Kenndaten 5. PV-Systeme: Verkabelung, Wechselrichter, Netzanschlusskonfigurationsmöglichkeiten 6. PV-Systeme: Aufständigung, BoS, Autonome- vs. netzgebundene Systeme, Kosten 7. Marktentwicklung der PV: Off-Grid-Märkte, Märkte durch Einspeisetarife (FIT), Eigenversorgung, Kostenentwicklung 8. Simulation von PV-Systemen und Microgrids mittels HOMER 9. Leistung: optische, thermische und elektrische Modellierung, Simulation, Messung 10. Haltbarkeit von PV-Modulen und Systemen: Standards, Tests, Degradationseffekte 11. Energiespeicher 12. Aufbau von PV-Großanlagen 13. PV für die generelle Stromversorgung: Vorhersagbarkeit der PV-Leistung, Kombination mit anderen Energiequellen, Speicher, Lastmanagement 14. Exkursion zu einem PV-Kraftwerk (Besuch, Interview mit dem Betreiber, Dokumentation)

	<i>Contents of the course Solar Electric Energy Systems:</i> Short Description 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. Contents 1. Potentials, Irradiance, Shadowing 2. Concentration, Solar thermal systems 3. Principle of photovoltaic conversion, making of solar cells, characteristics of photovoltaic conversion devices 4. Manufacturing of solar modules, characteristics, performance 5. PV systems: wiring, inverters, grid-connected system configurations 6. PV systems: Mounting, BoS, Off- vs. On-grid grid Systems, Costs 7. Market development of PV: off-grid markets, markets triggered by feed-in tariffs (FiT), self-sustainable markets, cost and price development 8. Simulation of PV Systems and Microgrids via the HOMER software 9. Performance: optical, thermal and electrical modeling, simulation, measurement 10. Durability of PV modules and systems: Standards, tests, degradation effects 11. Energy Storage 12. Set-up methods for large scale PV power plants 13. PV for general electricity supply: Predictability, combination with other energy sources, Modification, Load Management 14. Excursion to a solar research unit or a solar project
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • die spezifischen Eigenschaften einer Energieerzeugung mittels solarthermischer und photovoltaischer Wandler zu verstehen. • 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. Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden • sind in der Lage die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen, • können methodenorientiertes Vorgehen bei der Implementierung einer nachhaltigen Energieversorgung einsetzen • sind in der Lage, sich in der Zukunft selbst weiterzubilden

	Domain competence: After completing the course the students should be Students in a position to: • be familiarized with the basics of solar electric power engineering. • 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 Key qualifications: 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.																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></table> ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><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></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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.																
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).																

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr.-Ing. Stefan Krauter
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Solar Electric Energy Systems:</i> Lehrveranstaltungsseite http://www.nek.upb.de/lehre Methodische Umsetzung Vorlesung mit praktischen Beispielrechnungen & Simulationen; Exkursion zu Praxisbeispielen / Lernmaterialien, Literaturangaben *Alle Vorlesungsunterlagen finden sich auf PANDA: https://panda.uni-paderborn.de/course/view.php?id=34927 *Playlist der Videos der Vorlesung: https://youtube.com/playlist?list=PLpgi7D_IhqlpHDSgyMep6oMviCimzup2E Literatur: <i>World Meteorological Organization: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, WMO-No. 8, CIMO-Guide, 2018-20. ISBN: 978-92-63-10008-5. Update für 2023: https://community.wmo.int/activity-areas/imop/wmo-no.8/preliminary-2023-edition-wmo-no-8</i> Duffie, John; Beckmann, William: <i>Solar Engineering of Thermal Processes</i>, 4th Edition, Wiley & Sons, 2013. ISBN: 978-0470873663 <i>Green, Martin: Solar cells: operating principles, technology, and system applications, Prentice-Hall, 1986, ISBN: 978-0858235809</i> Stuart R. Wenham, Martin A. Green, Muriel Watt, Richard Corkish, Alistair Sproul: <i>Applied Photovoltaics</i>, UNSW, Sydney, softcover version: Earthscan, 2012. *Stefan Krauter: <i>Solar Electric Power Generation</i>. 1st Ed. Springer: Berlin, Heidelberg, New York, 2006. Stephen W. Fardo, Dale R. Patrick: <i>Electrical Power Systems Technology</i>. The Fairmont Press, Inc., 2009. <i>Remarks of course Solar Electric Energy Systems:</i> Course Homepage http://www.nek.upb.de/lehre Implementation Lecture combined with practical examples & simulations; Excursion to see applications in practice Teaching Material, Literature All lecture notes are available on the PANDA system: https://panda.uni-paderborn.de/course/view.php?id=34927 Playlist with the videos of the lectures: https://youtube.com/playlist?list=PLpgi7D_IhqlpHDSgyMep6oMviCimzup2E Literature: <i>World Meteorological Organization: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, WMO-No. 8, CIMO-Guide, 2018-20. ISBN: 978-92-63-10008-5. Update für 2023: https://community.wmo.int/activity-areas/imop/wmo-no.8/preliminary-2023-edition-wmo-no-8</i> Duffie, John; Beckmann, William: <i>Solar Engineering of Thermal Processes</i>, 4th Edition, Wiley & Sons, 2013. ISBN: 978-0470873663 <i>Green, Martin: Solar cells: operating principles, technology, and system applications, Prentice-Hall, 1986, ISBN: 978-0858235809</i> Stuart R. Wenham, Martin A. Green, Muriel Watt, Richard Corkish, Alistair Sproul: <i>Applied Photovoltaics</i>, UNSW, Sydney, softcover version: Earthscan, 2012. *Stefan Krauter: <i>Solar Electric Power Generation</i>. 1st Ed. Springer: Berlin, Heidelberg, New York, 2006. Stephen W. Fardo, Dale R. Patrick: <i>Electrical Power Systems Technology</i>. The Fairmont Press, Inc., 2009.

VLSI-Testing							
VLSI-Testing							
Modulnummer / Module number: M.048.92027		Workload (h): 180		Leistungspunkte / Credits: 6		Turnus / Regular Cycle: Wintersemester winter term	
		Studiensemester / Semester number: 1.-3. Semester		Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.): 1		Sprache / Teaching Language: en	
1	Modulstruktur / Module structure:						
		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	P	30/30
		Course	form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.92027 VLSI Testing	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:						
	Keine						
	Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung VLSI Testing: Empfohlen: Digitaltechnik						
	None Prerequisites of course VLSI Testing: Recommended: Digital Design						

4	Inhalte / Contents: <i>Inhalte der Lehrveranstaltung VLSI Testing:</i> Kurzbeschreibung Die Lehrveranstaltung "VLSI Testing" 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. Inhalt Im einzelnen werden die folgenden Themen behandelt: • Fehlermodelle • Testbarkeitsmaße und Maßnahmen zur Verbesserung der Testbarkeit • Logik- und Fehlersimulation • Algorithmen zur Testmustererzeugung • Selbsttest, insbesondere Testdatenkompression und Testantwortkompaktierung • Speichertest <i>Contents of the course VLSI Testing:</i> Short Description 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. Contents In detail the following topics are covered: • Fault models • Testability measures and design for test (DFT) • Logic and fault simulation • Automatic test pattern generation (ATPG) • Built-in self-test (BIST), in particular test data compression and test response compaction • Memory test
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Fachkompetenz: Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • Fehlermodelle, Maßnahmen zur Verbesserung der Testbarkeit und Werkzeuge zur Unterstützung des Tests zu beschreiben, • die grundlegenden Modelle und Algorithmen für Fehlersimulation und Test zu erklären und anzuwenden, sowie • Systeme im Hinblick auf ihre Testbarkeit zu analysieren und geeignete Teststrategien auszuwählen. Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden können • die trainierten Problemlösungsstrategien disziplinübergreifend einsetzen, • ihre Lösungen den anderen Teilnehmern präsentieren und • die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen.

	Domain competence: After attending the course, the students will be able • to describe fault models, DFT techniques, and test tools, • to explain and apply the underlying models and algorithms for fault simulation and test generation, • to analyze systems with respect to their testability and to derive appropriate test strategies. Key qualifications: The students • are able to apply the practiced strategies for problem solving across varying disciplines, • have experience in presenting their solutions to their fellow students, and • know how to improve their competences by private study.																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒Modulabschlussprüfung (MAP) ☐Modulprüfung (MP) ☐Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><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></table> ☒Final module exam (MAP) ☐Module exam (MP) ☐Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><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></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	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none																
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None																
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.																
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).																

11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: Masterstudiengang Computer Engineering v3 (CEMA v3), englisch, Masterstudiengang Computer Engineering v4 (CEMA v4), Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2)
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Prof. Dr. Sybille Hellebrand
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: <i>Hinweise der Lehrveranstaltung VLSI Testing:</i> ACHTUNG - WICHTIGER HINWEIS Die Lehrveranstaltung findet im SoSe 2024 nicht statt. Bitte beachten Sie auch die Aushänge im Fachgebiet. Lehrveranstaltungsseite https://ei.uni-paderborn.de/date/lehre/uebersicht Methodische Umsetzung * 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 Lernmaterialien, Literaturangaben Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien im jeweiligen panda-Kurs • 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

Remarks of course VLSI Testing:

ATTENTION - IMPORTANT NOTICE

The course doesn't take place in summer term 2024. Please see the notice boards of the group.

Course Homepage

<https://ei.uni-paderborn.de/en/electrical-engineering/date/teaching/electrical-engineering/overview>

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 panda

- 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

1.6 Modulgruppe / Module Group: Electrical Systems Engineering

Modulgruppe / Module Group	Electrical Systems Engineering
Module / Modules	Die Studierenden können zwei beliebige Module aus den folgenden Modulgruppen wählen / Students may choose any two modules from the following module groups * Signal & Information Processing * Electronics & Devices
Modulgruppenverantwortlicher / Module group advisor	Prof. Scheytt, J. Christoph, Dr.-Ing.
Leistungspunkte / Credits ECTS	6
Prüfungsform / Type of examination	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat / Written or Oral Examination or Presentation
Dauer bzw. Umfang / Duration or Scope	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min / 120-180 min or 30-45 min or 30 min

1.7 Pflicht-Projekte / Compulsory Projects

Modulgruppe / Module Group	Project
Module / Modules	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 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 projects are offered by the different research groups from the institute EIM-E. * Signal & Information Processing * Electronics & Devices
Modulgruppenverantwortlicher / Module group advisor	Prof. Scheytt, J. Christoph, Dr.-Ing.
Leistungspunkte / Credits ECTS	6
Prüfungsform / Type of examination	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat / Written or Oral Examination or Presentation
Dauer bzw. Umfang / Duration or Scope	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min / 120-180 min or 30-45 min or 30 min
Studienleistung / Academic Achievement	Referat 10-20 min / Presentation 10-20 min

Projects			
Projects			
Modulnummer / Module number:	Workload (h):	Leistungspunkte / Credits:	Turnus / Regular Cycle:
M.048.98501-98599	540	18	Sommer- / Wintersemester summer- / winter term
	Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):	Sprache / Teaching Language:
	2.-3. Semester	2	en

1	Modulstruktur / Module structure:						
		Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	L.048.98501 - 98999 Project name (Project)	12P, WS+SS	270	270	P	5
		Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	L.048.98501 - 98999 Project name (Project)	12P, WS+SS	270	270	C	5
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: 1 aus den angebotenen Projekten 1 out of the offered projects						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Project name (Project):</i> Keine None <i>Prerequisites of course Project name (Project):</i> None						
4	Inhalte / Contents: 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. 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.						

5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: 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. 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.																
6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a)</td><td>Projektarbeit</td><td>30-45 min</td><td>100%</td></tr></table> ☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP) <table><tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr><tr><td>a)</td><td>Project Work</td><td>30-45 min</td><td>100%</td></tr></table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Projektarbeit	30-45 min	100%	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade	a)	Project Work	30-45 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote														
a)	Projektarbeit	30-45 min	100%														
zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade														
a)	Project Work	30-45 min	100%														
7	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: <table><tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr><tr><td>a)</td><td>Referat</td><td>10-20 min</td><td>SL</td></tr></table> <table><tr><th>zu</th><th>Type of achievement</th><th>Duration or Scope</th><th>SL / QT</th></tr><tr><td>a)</td><td>Presentation</td><td>10-20 min</td><td>AA</td></tr></table>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Referat	10-20 min	SL	zu	Type of achievement	Duration or Scope	SL / QT	a)	Presentation	10-20 min	AA
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT														
a)	Referat	10-20 min	SL														
zu	Type of achievement	Duration or Scope	SL / QT														
a)	Presentation	10-20 min	AA														
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung über die Lehrveranstaltung "Projekt".																

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	Prerequisite for the participation in the module final examination is the passing of the academic achievement on the course "Project".
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: keine
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Dr.-Ing. Carsten Balewski
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: Wechselnde Dozenten Alternativ können auch zwei Semesterprojekte mit je 9LP belegt werden (L.048.98001-98499) Changing lecturers Alternatively, two semester projects of 9LP each may be taken (L.048.98001-98499).

1.8 Studium Generale / General Studies

General Studies - Master							
General Studies - Master							
Modulnummer / Module number:		Workload (h): 270		Leistungspunkte / Credits: 9		Turnus / Regular Cycle: Sommer- / Wintersemester summer- / winter term	
		Studiensemester / Semester number: 1.-2. Semester		Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.): 2		Sprache / Teaching Language: de	
1	Modulstruktur / Module structure:						
		Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

	Course	form of teaching	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module: Beliebige Veranstaltungen außerhalb des Curriculums der Studiengänge Elektrotechnik können gewählt werden. Any courses outside of the degree course electrical engineering may be chosen.					
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements: Keine None					
4	Inhalte / Contents: Abhängig von den gewählten Module / Veranstaltungen. Depending on the modules / courses chosen.					
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: Die Studierenden erweitern ihren wissenschaftlichen Horizont über die Grenzen der Informatik und des gewählten Nebenfaches hinaus. Je nach gewählter Veranstaltung haben sie Kompetenzen im Bereich Kommunikationsfähigkeit, Teamarbeit und Präsentationstechniken erworben. Nichtkognitive Kompetenzen • Einsatz und Engagement • Kooperationskompetenz • Medienkompetenz • Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich) • Selbststeuerungskompetenz Students expand their scientific horizons beyond the boundaries of computer science and their chosen minor. Depending on the chosen course, they have acquired competencies in communication skills, teamwork and presentation techniques. Non-cognitive Skills • Commitment • Cooperation • Media competence • Literacy (scientific) • Self-monitoring					

6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
				100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.				
	☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP)			
	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade
				100%
The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.				
7	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement: keine none			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Abhängig von den gewählten Module / Veranstaltungen. Depending on the modules / courses chosen.			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.			
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: keine			
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Dr.-Ing. Carsten Balewski			
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: keine none			

1.9 Abschlussmodul / Final Degree Module

Abschlussmodul							
Final Degree Module							
Modulnummer / Module number: A.048.90001		Workload (h): 900		Leistungspunkte / Credits: 30		Turnus / Regular Cycle: Sommer- / Wintersemester summer- / winter term	
		Studiensemester / Semester number: 4. Semester		Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.): 1		Sprache / Teaching Language: en	
1	Modulstruktur / Module structure:						
		Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
	a)	Working Plan (ESE)		15	135	P	
	b)	Master Thesis (ESE)		150	600	P	
		Course	form of teaching	contact- time (h)	self- study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
	a)	Working Plan (ESE)		15	135	C	
	b)	Master Thesis (ESE)		150	600	C	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements:						
	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	Inhalte / Contents: Kurzbeschreibung 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. Inhalt 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. Short Description 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. Contents 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.
5	Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences: 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. 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.

6	Prüfungsleistung / Assessments: ☒ Modulabschlussprüfung (MAP) ☐ Modulprüfung (MP) ☐ Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
	a) - b)	Master Arbeit inkl. Abschlusspräsentation	max. 120 DIN A4-Seiten inkl. 45-60 min	100%
	☒ Final module exam (MAP) ☐ Module exam (MP) ☐ Partial module exams (MTP)			
	zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade
	a) - b)	Masters Thesis incl. final presentation	max. 120 DIN A4-Pages incl. 45-60 min	100%
7	Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:			
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
	a)	Arbeitsplan	150h	QT
	b)			
	zu	Type of achievement	Duration or Scope	SL / QT
	a)	Workinplan	150h	QP
	b)			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations: Keine None			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn der Arbeitsplan nachgewiesen und die Masterarbeit bestanden wurde. Credits are awarded when the bachelor's thesis has been passed and the work plan has been verified.			
10	Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).			

1 Modulbeschreibungen / Module Descriptions

11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions: keine
12	Modulbeauftragte/r / Module coordinator: Dr.-Ing. Carsten Balewski
13	Sonstige Hinweise / Other Notes: Betreuung jeweils durch Hochschullehrerinnen bzw. Hochschullehrer des Instituts Supervision by academic staff of the institute

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

• A.048.90001 Abschlussmodul	210
• M.048.90102 Modeling and Simulation	6
• M.048.90103 Management of Technical Projects	10
• M.048.90104 Topics in Systems Engineering	15
• M.048.90107 Analysis and Design of Electronic Circuits	123
• M.048.90501 Introduction to Algorithms	31
• M.048.90704 Fast Integrated Circuits for Wireline Communications	146
• M.048.9070X Cognitive Systems Engineering	59
• M.048.92001 Advanced System Theory	3
• M.048.92002 High Frequency Engineering	27
• M.048.92004 Statistical Signal Processing	42
• M.048.92006 Advanced Topics in Robotics	50
• M.048.92007 Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip	54
• M.048.92008 Digital Image Processing I	68
• M.048.92011 Optimal and Adaptive Filters	85
• M.048.92014 Topics in Signal Processing	110
• M.048.92017 High-Frequency Electronics	151
• M.048.92021 Optical Communication C	173
• M.048.92023 Power Electronics	185
• M.048.92025 Radio Frequency Power Amplifiers	190
• M.048.92027 VLSI-Testing	198
• M.048.92030 Topics in Pattern Recognition and Machine Learning	103
• M.048.92034 Energy Transition	142
• M.048.92047 Data Science for Dynamical Systems	64
• M.048.98501-98599 Projects	204
• General Studies - Master	207

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

• A.048.90001 Abschlussmodul	210
• M.048.90104 Topics in Sytems Engineering	15
• M.048.90105 Electromagnetic Waves and Waveguides	119
• M.048.9070X Cognitive Systems Engineering	59
• M.048.92007 Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip	54
• M.048.92010 Digital Image Processing II	72
• M.048.92012 Robotics	93
• M.048.92015 Analog CMOS ICs	134
• M.048.92016 Controlled AC Drives	138
• M.048.92019 Optical Communication A	164
• M.048.92020 Optical Communication B	168
• M.048.92022 Optical Communication D	177
• M.048.92028 Integrated Circuits for Wireless Communication	155
• M.048.92033 Solar Electric Energy Systems	194
• M.048.92035 Wireless Communications	113
• M.048.92036 Numerical Simulations with the Discontinuous Galerkin Time Domain Method	160
• M.048.92037 Advanced Control	46
• M.048.92038 Optical Waveguide Theory	181
• M.048.92041 Digital Speech Signal Processing	23
• M.048.92043 Advanced VLSI Design	130
• M.048.92044 Topics in Audio, Speech and Language Processing	97
• M.048.92045 Reinforcement Learning	89
• M.048.92046 Statistical and Machine Learning	36
• M.048.92048 Topics in Advanced Control	100
• M.048.98501-98599 Projects	204
• General Studies - Master	207

Erzeugt am 3. Mai 2024 um 15:36.

HERAUSGEBER
PRÄSIDIUM DER UNIVERSITÄT PADERBORN
WARBURGER STR. 100
33098 PADERBORN

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

ISSN 2199-2819