

---

# Modulhandbuch

---

**Bachelor-Master-Studienprogramm Elektrotechnik**  
Version v2 (2012), v3 (2013) und Version v4 (2014)  
(Bachelor: 6 Semester, Master: 4 Semester)

sowie

**Bachelor-Master-Teilzeitstudienprogramm Elektrotechnik**  
Version v1 (2012), v2 (2013) und v3 (2014)  
(Bachelor: 12 Semester, Master: 8 Semester)

**Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik der  
Universität Paderborn**

WS 2015/16  
Paderborn, 01. September 2015

## Inhaltsverzeichnis

<b>Modulhandbuch</b> .....	<b>1</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>1</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>4</b>
<b>Vorbemerkungen</b> .....	<b>4</b>
<b>Schema der Modulbeschreibungen</b> .....	<b>4</b>
<b>Schema der Lehrveranstaltungsbeschreibungen</b> .....	<b>5</b>
<b>Ermittlung des Arbeitsaufwandes</b> .....	<b>6</b>
<b>Pfungsmodalitäten</b> .....	<b>8</b>
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> .....	<b>8</b>
<b>Vermittlung von Schlüsselqualifikationen</b> .....	<b>9</b>
<b>Anwendungsbezug im Elektrotechnik-Studium</b> .....	<b>9</b>
<b>I. Module im 1. Studienabschnitt des Bachelor-Studiengangs</b> .....	<b>10</b>
<b>Vorbemerkungen</b> .....	<b>10</b>
<b>Modultabelle (Version v2)</b> .....	<b>10</b>
<b>Modultabelle (Version v3)</b> .....	<b>11</b>
<b>Modultabelle (Version v4)</b> .....	<b>12</b>
<b>I.1 Gebiet Mathematische Grundlagen</b> .....	<b>13</b>
<b>I.1.1 Höhere Mathematik I</b> .....	<b>13</b>
<b>Höhere Mathematik A für Elektrotechniker</b> .....	<b>14</b>

<b>I.1.2 Höhere Mathematik II</b> .....	<b>15</b>
Höhere Mathematik C für Elektrotechniker.....	16
<b>I.2 Gebiet Elektrotechnische Grundlagen</b> .....	<b>18</b>
<b>I.2.1 Grundlagen der Elektrotechnik A</b> .....	<b>18</b>
Grundlagen der Elektrotechnik A.....	19
<b>I.2.2 Energietechnik</b> .....	<b>21</b>
Elektrische Energietechnik .....	22
<b>I.2.3 Theorie der Elektrotechnik (Version v2, v3)</b> .....	<b>24</b>
Elektromagnetische Wellen .....	25
<b>I.2.4 Elektromagnetische Wellen (Version v4)</b> .....	<b>26</b>
Elektromagnetische Wellen .....	27
<b>I.3 Gebiet Technisch-physikalische Grundlagen</b> .....	<b>29</b>
<b>I.3.1 Experimentalphysik (v2)</b> .....	<b>29</b>
Experimentalphysik für Elektrotechniker .....	30
<b>I.3.2 Experimentalphysik (v3,v4)</b> .....	<b>32</b>
Experimentalphysik für Elektrotechniker .....	33
<b>I.3.3 Bauelemente (Version v2, v3)</b> .....	<b>35</b>
Halbleiterbauelemente.....	36
<b>I.3.4 Halbleiterbauelemente (Version v4)</b> .....	<b>38</b>
Halbleiterbauelemente.....	39
<b>I.4 Gebiet Grundlagen der Informations- und Systemtechnik</b> .....	<b>41</b>
<b>I.4.1 Modul Datenverarbeitung</b> .....	<b>41</b>
Datenverarbeitung (Version v2).....	42
Grundlagen der Programmierung für Ingenieure II (Version v3, v4) .....	43
Projekt Angewandte Programmierung.....	45
<b>I.4.2 Modul Technische Informatik</b> .....	<b>46</b>
Grundlagen der Rechnerarchitektur .....	47
<b>I.5 Praktikum</b> .....	<b>50</b>
<b>I.5.1 Laborpraktikum und Projektseminar</b> .....	<b>50</b>
<b><i>II. Module im 2. Studienabschnitt des Bachelor-Studiengangs</i></b> .....	<b>53</b>
<b>II.1 Gebiet Vertiefungen</b> .....	<b>53</b>
<b>II.1.1 Nachrichtentechnik</b> .....	<b>53</b>
Nachrichtentechnik .....	54
<b>II.1.2 Informationstechnik</b> .....	<b>56</b>
Optische Informationsübertragung .....	57
Introduction to Algorithms .....	59
<b>II.1.3 Schaltungstechnik</b> .....	<b>62</b>
Schaltungstechnik .....	62
<b>II.1.4 Mikrosystemtechnik</b> .....	<b>64</b>
Entwurf mikroelektronischer Systeme .....	65
Einführung in die Hochfrequenztechnik.....	67
Mikrosystemtechnik .....	69
<b>II.1.5 Regelungstechnik</b> .....	<b>72</b>
Regelungstechnik A.....	72
<b>II.1.6 Automatisierungstechnik</b> .....	<b>74</b>
Elektrische Antriebstechnik.....	76
<b>II.2 Bachelor-Arbeit</b> .....	<b>77</b>
<b>Vorbemerkungen (Version v3)</b> .....	<b>80</b>
<b>Modultabelle</b> .....	<b>80</b>
<b>II.3.1 Bildungswissenschaften/Berufspädagogik</b> .....	<b>80</b>
Kompetenzentwicklung.....	80
Berufspädagogik.....	82
<b>II.3.2 Fachdidaktik</b> .....	<b>84</b>
Fachdidaktik.....	84
<b><i>III. Module im Master-Studiengang</i></b> .....	<b>86</b>

<b>Vorbemerkungen .....</b>	<b>86</b>
<b>Modultabelle.....</b>	<b>86</b>
<b>III.1 Gebiet Theoretische Elektrotechnik .....</b>	<b>87</b>
<b>III.1.1 Theoretische Elektrotechnik (v2).....</b>	<b>87</b>
Theoretische Elektrotechnik .....	87
<b>III.2 Gebiet Statistische Signale.....</b>	<b>89</b>
<b>III.2.1 Verarbeitung statistischer Signale .....</b>	<b>89</b>
Verarbeitung statistischer Signale .....	90
<b>III.3 Kataloge der Studienmodelle .....</b>	<b>93</b>
<b>III.3.1 Energie und Umwelt.....</b>	<b>93</b>
Antriebe für umweltfreundliche Fahrzeug .....	94
Intelligent Control of Electrical Grids .....	95
Elektronische Stromversorgungen.....	96
Energieversorgungsstrukturen der Zukunft .....	99
Mensch-Haus-Umwelt .....	100
Umweltmesstechnik.....	102
Energy Transition.....	103
<b>III.3.2 Kognitive Systeme.....</b>	<b>106</b>
Aktuelle Themen aus Mustererkennung und maschinellem Lernen.....	107
Digital Image Processing I.....	110
Kognitive Sensorsysteme .....	112
Technische kognitive Systeme – Ausgewählte Kapitel.....	114
Advanced Topics in Robotics .....	117
Fahrerassistenzsysteme .....	119
<b>III.3.3 Kommunikationstechnik.....</b>	<b>120</b>
Elektromagnetische Feldsimulation .....	122
Hochfrequenztechnik.....	124
Optimale und adaptive Filter.....	125
Statistical Signal Processing .....	128
Ausgewählte Kapitel der theoretischen Elektrotechnik.....	130
<b>III.3.4 Mikroelektronik.....</b>	<b>131</b>
Schnelle integrierte Schaltungen für die digitale Kommunikationstechnik .....	132
Test hochintegrierter Schaltungen.....	135
Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip.....	138
Technologie hochintegrierter Schaltungen .....	140
Hochfrequenzleistungsverstärker .....	142
Theorie und Anwendung von Phasenregelkreisen .....	145
<b>III.3.5 Optoelektronik.....</b>	<b>148</b>
Optische Nachrichtentechnik A .....	149
Optische Nachrichtentechnik C .....	150
Hochfrequenzelektronik.....	152
<b>III.3.6 Prozessdynamik.....</b>	<b>154</b>
Regelungstechnik B.....	155
Regelungstheorie – Nichtlineare Regelungen .....	157
Systemtheorie – Nichtlineare Systeme.....	158
Optimale Systeme .....	160
Geregelte Drehstromantriebe .....	161
Technische Akustik.....	164
Flachheitsbasierte Regelungen .....	165
Modellbildung, Identifikation und Simulation .....	167
Ausgewählte Kapitel der Regelungstechnik .....	169
Advanced System Theory .....	170
<b>III.4 Projektarbeit.....</b>	<b>172</b>
<b>III.5 Master-Arbeit .....</b>	<b>173</b>

## Abkürzungsverzeichnis

LP:	Leistungspunkte
SWS	Semesterwochenstunden
2V	Vorlesung mit 2 SWS
2Ü	Übung mit 2 SWS
WS	Wintersemester
SS	Sommersemester
2P	Projekt mit 2 SWS
2S	Seminar mit 2 SWS

## Vorbemerkungen

Die Modul- und Lehrveranstaltungsbeschreibungen in diesem Katalog sollen

- Ziele, Inhalte und Zusammenhänge des Studienganges auf der Ebene von Modulen und Lehrveranstaltungen umfassend beschreiben,
- Studierenden nützliche, verbindliche Informationen für die Planung ihres Studiums geben,
- Lehrenden und anderen interessierten Personen einen tiefgehenden Einblick in die Ausgestaltung der Module des Studienganges geben.

Die Modul- und Lehrveranstaltungsbeschreibungen sind nach einem vorgegebenen Schema weitgehend einheitlich strukturiert.

## Schema der Modulbeschreibungen

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.xxx.xxxx
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	Angaben zu den Lehrveranstaltungen des Moduls finden sich in den Lehrveranstaltungsbeschreibungen
Semester	Verortung des Moduls im Studienverlauf; diese Angaben beziehen sich auf das Vollzeit-Studienprogramm. In den Teilzeit-Studienprogrammen sind die Module auf die doppelte Zeitdauer unter Berücksichtigung aller notwendigen Reihenfolgebedingungen entzerrt.
Modulart <i>Module type</i>	Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	
Sprache / <i>Language</i>	
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Angaben zu Organisationsformen nach denen die Veranstaltungen des Moduls durchgeführt werden (z. B.

	Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum, Projekt, Selbststudium, virtuelles Seminar).
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	Gesamtstundenanzahl der Präsenzzeit für das Modul
Kreditpunkte / Credits ECTS	Gesamtarbeitsaufwand in Kreditpunkten für das Modul. Details dazu gibt es weiter unten unter der Überschrift <b>Ermittlung des Arbeitsaufwandes</b> .
Lernziele <i>Learning objectives</i>	Angaben zu den Lernergebnissen, die von den Studierenden im Modul erreicht werden sollen.
Prüfungsmodalitäten <i>Assessemments</i>	Angaben über Prüfungsformen (z. B. schriftliche Prüfung, d.h. Klausurarbeit, mündliche Prüfungen, Vortrag, Hausarbeit, Projektarbeit, Praktikumstestat), die Aussagen über das Erreichen der Lernziele ermöglichen. Details gibt es weiter unten unter der Überschrift <b>Prüfungsmodalitäten</b> .

## Schema der Lehrveranstaltungsbeschreibungen

<b>Modulhandbuch</b> <i>Module Manual</i>	<b>Bezeichnung der Lehrveranstaltung</b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.xxx.xxxxx
Koordination <i>Coordination</i>	Angaben zum Dozenten bzw. zu den Dozenten
Lehr- und Forschungseinheit <i>Teaching Unit</i>	
Typ <i>Type</i>	Angaben zur Präsenzzeit in Semesterwochenstunden und zu Organisationsformen nach denen die Veranstaltung durchgeführt wird - z. B. Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum, Projekt, Selbststudium.
Credits / ECTS:	Gesamtarbeitsaufwand in Kreditpunkten für die Veranstaltung. Details dazu gibt es weiter unten unter der Überschrift <b>Ermittlung des Arbeitsaufwandes</b> .
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	
Zeitmodus / <i>Semester</i>	
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen / Learning Outcomes, Competences</b>	
<b>Fachliche Kompetenzen / Professional Competence</b>	

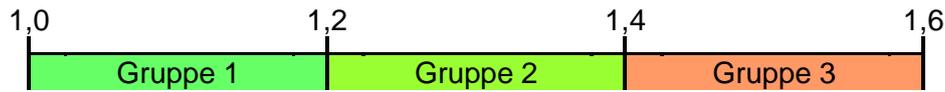
<b>Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills</b>
<b>Methodische Umsetzung / Implementation</b>
Angaben zu Sozialformen und didaktisch-methodischen Arbeitsweisen in der Veranstaltung (z.B. Übungen in kleinen Gruppen, Projektlernen mit hohem Aktivitätsanteil der Studierenden, durchgehende Fallorientierung bei der Vermittlung von Inhalten, kleinere Anwendungsbeispiele als Ausgangspunkte zur Einführung in ein Teilthema, spätere Konkretisierung von theoretischen Konzepten an praktischen Beispielen, Selbststudienphasen mit LO's, guided tours in virtuellen Lernumgebungen, blended learning ....). Wenn in diesem Zusammenhang von <b>Kleingruppen</b> die Rede ist, so sind Gruppengrößen von bis zu 10 Teilnehmern gemeint.
<b>Inhaltliche Vorkenntnisse / Prerequisites</b>
Die Angaben sind als Empfehlungen zu verstehen, nicht jedoch als zu überprüfende Voraussetzungen.
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and Overlapping Modules</b>
<b>Prüfungsmodalitäten / Assessments</b>
Angaben über Prüfungsformen (z. B. schriftliche Prüfung, d.h. Klausurarbeit, mündliche Prüfungen, Vortrag, Hausarbeit, Projektarbeit, Praktikumstestat) im Kontext zur Modulabschlussprüfung. Details gibt es weiter unten unter der Überschrift <b>Prüfungsmodalitäten</b> .
<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>
<b>Lernmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>
<b>Bemerkungen / Comments</b>

## Ermittlung des Arbeitsaufwandes

Das Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik hat jeder Lehrveranstaltung des Bachelor-Master-Programms unter Abschätzung des Aufwandes, den Studierende für einen erfolgreichen Abschluss erbringen müssen, Kreditpunkte zugewiesen. Dieser Zuordnungsprozess zur Abschätzung des tatsächlich erforderlichen Workloads wird im Folgenden dargestellt.

Im Rahmen der Entwicklung der Studiengänge hat sich gezeigt, dass sich drei Typen von Lehrveranstaltungen unterscheiden lassen, die im Präsenz- und Selbststudiumsanteil differieren. Die Unterschiede drücken sich damit in einem unterschiedlichen Verhältnis von Semesterwochenstunden (SWS) und Leistungspunkten (LP) aus. Wir haben für das Verhältnis Leistungspunkte pro Semesterwochenstunde (LP/SWS) für die Lehrveranstaltungen nach

Abschätzung des tatsächlichen Workloads ein Intervall von 1,0 bis 1,6 ins Auge gefasst und dieses in drei Subintervalle geteilt – nämlich



und dann die Module des Bachelor-Master-Studienganges in die Gruppen verwiesen. Der einem Modul innerhalb einer Gruppe tatsächlich zufallende Zahlenwert (er ist aus der jeweiligen Modul- bzw. Lehrveranstaltungsbeschreibung auslesbar) ergibt sich dann über die Berücksichtigung ganzzahliger Werte für die Kreditpunkte pro Modul.

Module in der **Gruppe 1** haben einen vergleichsweise niedrigen Selbststudiumsanteil, weil ihre Charakteristika zu folgender Klasse gehören:

- Eingehende Betreuung während der Kontaktzeit wegen eines hohen praktischen bzw. experimentellen Inhalts
- Grundlagen und deren methodische Verarbeitung werden auf einem thematisch engen Feld gelegt und bereits während der Kontaktzeit vertieft
- Fachwissenschaftliche Kenntnisse und Fähigkeiten werden erweitert, wobei bereits auf ein solides Grundlagenwissen zurückgegriffen werden kann

Module in der **Gruppe 2** haben einen durchschnittlichen Selbststudiumsanteil und ihre Charakteristika gehören zu folgender Klasse:

- Grundlagen und deren methodische Verarbeitung werden auf einem thematisch breiten Feld gelegt und die Verfestigung des Wissens und der Fähigkeiten ist individuell zu gestalten

Module in der **Gruppe 3** haben einen vergleichsweise hohen Selbststudiumsanteil, weil ihre Charakteristika zu folgender Klasse gehören:

- Hoher zeitlicher Aufwand für die eigenverantwortliche Zusammenstellung und Darbietung eines Referates
- Die Vermittlung der Grundlagen und deren methodische Verarbeitung ist mathematisch-analytisch anspruchsvoll
- Die Inhalte sind forschungsnah und spezielles Grundlagenwissen ist selbstständig zu erwerben und in der Regel mit Literaturrecherchen verbunden

Gruppenzuordnung der Module des Bachelor-Master-Programms:

- Gruppe 1: Grundlagen der Elektrotechnik C  
Grundlagen der Elektrotechnik D  
Bauelemente  
Datenverarbeitung  
Technische Informatik für Elektrotechniker  
Laborpraktikum
- Gruppe 2: Höhere Mathematik für Elektrotechniker I  
Höhere Mathematik für Elektrotechniker II  
Grundlagen der Elektrotechnik A  
Grundlagen der Elektrotechnik B  
Physik  
Mechanik  
Signal- und Systemtheorie  
Vertiefungen
- Gruppe 3: Theorie der Elektrotechnik  
Theoretische Elektrotechnik  
Statistische Signale  
Wahlpflichtkataloge I, II, III

## Projektarbeiten

Der tatsächliche Workload wird von der Studienberatung Elektrotechnik begleitend evaluiert; sollten sich die Abschätzungen als nicht tragfähig erweisen, wird nachgebessert werden.

In den Modul- bzw. Lehrveranstaltungsbeschreibungen wird zur Kennzeichnung des Arbeitsaufwandes der Umfang in Semesterwochenstunden (SWS) und die Anzahl der zu erwerbenden Kreditpunkte (LP) angegeben. Der Arbeitsaufwand (workload) WL, die Präsenzzeit PZ und die Selbststudiumszeit SZ in Stunden sind damit über folgende Beziehungen verknüpft:

$$\begin{aligned}WL &= 30 * LP \\PZ &= 15 * SWS \\SZ &= WL - PZ\end{aligned}$$

## Püfungsmodalitäten

Prüfungsleistungen können in Form von schriftlichen Prüfungen (d.h. Klausurarbeiten), mündlichen Prüfungen, Vorträgen, Hausarbeiten, Projektarbeiten, Praktikumstestaten oder in anderen Formen erbracht werden, die Aussagen über das Erreichen der Lernziele ermöglichen.

- Die Dauer einer Klausurarbeit richtet sich nach der Summe der Leistungspunkte, die der oder den zugrundeliegenden Veranstaltungen zugeordnet sind. Sie beträgt 90 bis 120 Minuten bei bis zu 5 Leistungspunkten und 120 bis 180 Minuten bei mehr als 5 Leistungspunkten.
- Die Dauer einer mündlichen Prüfung je Kandidatin oder Kandidaten richtet sich nach der Summe der Leistungspunkte der zugrundeliegenden Veranstaltungen. Sie beträgt 20 bis 30 Minuten bei bis zu 5 Leistungspunkten und 30 bis 45 Minuten bei mehr als 5 Leistungspunkten.
- Ein Referat ist ein Vortrag von etwa 30 Minuten Dauer auf der Grundlage einer schriftlichen Ausarbeitung. Dabei sollen die Studierenden nachweisen, dass sie zur wissenschaftlichen Ausarbeitung eines Themas in der Lage sind und die Ergebnisse vortragen können.
- Im Rahmen einer schriftlichen Hausarbeit wird in einem Umfang von etwa 10 DIN-A4-Seiten eine Aufgabe im thematischen Umfeld einer Lehrveranstaltung gegebenenfalls unter Zuhilfenahme einschlägiger Literatur sachgemäß bearbeitet und gelöst. Die Leistung kann auch als Gruppenleistung erbracht werden, sofern eine individuelle Bewertung des Anteils eines jeden Gruppenmitglieds möglich ist.
- Im Kolloquium sollen die Studierenden nachweisen, dass sie im Gespräch von 20 bis 30 Minuten Dauer mit der bzw. dem Prüfenden und weiteren Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Kolloquiums fachliche Zusammenhänge erkennen und spezielle Fragestellungen in diesem Zusammenhang einordnen können.
- Die Prüfungsformen und -modalitäten von Modulabschluss- und Teilprüfungen sowie von Teilleistungen einschließlich der An- und Abmeldefristen sowie der Möglichkeiten der Wiederholung werden in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit vom Prüfungsausschuss im Benehmen mit den Prüfenden festgelegt und veröffentlicht.

## Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Die einem Modul zugeordneten Leistungspunkte werden nur vergeben, wenn das Modul abgeschlossen ist. Der Abschluss eines Moduls ist erst dann erreicht, wenn die für dieses Modul vorgesehene Prüfungsleistung bzw. vorgesehenen Prüfungsleistungen jeweils mit

mindestens der Note „ausreichend“ bewertet sind und/oder die vorgesehene Studienleistung bzw. vorgesehenen Studienleistungen jeweils erbracht sind.

## **Vermittlung von Schlüsselqualifikationen**

Im Bachelor- und Master-Studienprogramm Elektrotechnik sind Veranstaltungen zu absolvieren, in denen der Erwerb von Schlüsselqualifikationen ein integraler Bestandteil ist. Die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen erfolgt im Zuge des Bachelor-Studiums im Wesentlichen durch das Absolvieren des Laborpraktikums, der Ableistung des Programmier-Projekts und des Projektseminars, die Anfertigung der Bachelor-Arbeit und den Vortrag über die Bachelor-Arbeit. Vernetztes ingenieurmäßiges Denken, Kommunikations-, Präsentations- und Moderationskompetenzen stehen hier im Vordergrund. Der Umfang an Leistungspunkten, die durch Schlüsselqualifikationen erworben werden, beträgt somit mehr als 18 LP. Im Zuge des Master-Studiums erfolgt die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen im Wesentlichen durch die Anfertigung von zwei Projekt-Arbeiten und der Master-Arbeit, wobei die Präsentation der Ergebnisse einen besonderen Schwerpunkt einnimmt. Der Umfang an Leistungspunkten, die durch Schlüsselqualifikationen erworben werden, beträgt somit deutlich mehr als 12 LP Die Zahl der Lehrveranstaltungen, in denen sowohl im Bachelor- als auch im Master-Studiengang Schlüsselqualifikationen vermittelt werden, ist allerdings höher anzusetzen, da vor allem in Seminaren, Übungen und Projekten anderer Fächer Kommunikations- und Teamfähigkeit sowie Fähigkeiten zur Nutzung moderner Informationstechnologien eine wichtige Rolle spielen. Durch die Anwendung neuer Lehrformen gilt dies ebenso für viele Vorlesungen.

## **Anwendungsbezug im Elektrotechnik-Studium**

Die Elektrotechnik umspannt und prägt Berufsfelder in einem weiten Bereich: etwa von überregionalen Energieversorgungssystemen bis zu miniaturisierten Mikrosystemen, oder von der Informationsverarbeitung in Produktionsanlagen bis zur Verarbeitung digitaler Signale in weltweiten Kommunikationssystemen. Um in einem so breiten Feld zukünftige Entwicklungen zu erfassen, zu bewerten und beeinflussen zu können, wird ein breites und gesichertes grundlagen- und methodenorientiertes Wissen benötigt. Deswegen haben viele Module – insbesondere die des Bachelor-Studiums – einen hohen theorie- und methodenbezogenen Anteil. Sie dienen somit vordergründig dazu, die Studierenden mit der Fähigkeit auszustatten, sich auf Arbeitsmärkten zukünftiger Prägung zu behaupten. Zudem wird über einen ausgewogenen Anwendungsbezug im Studium das Ziel verfolgt, die Studierenden auf die Behandlung von aktuellen berufsfeldbezogenen Problemstellungen vorzubereiten.

Im Bachelor-Studium wird über die Module Laborpraktikum und Datenverarbeitung, in denen dediziert Anwendungsbezug vorhanden ist, hinaus auch in vielen anderen Modulen – nicht nur im 2. Abschnitt des Bachelor-Studiums, sondern bereits im 1. Abschnitt – Anwendungsbezug dadurch hergestellt, dass etwa in Übungen praxisrelevante Aufgabenstellungen mit zuvor theoretisch erarbeiteten Methoden gelöst werden, oder dass neben der reinen Wissensvermittlung in Vorlesungen die erworbenen Kenntnisse technisch-experimentell oder algorithmisch umgesetzt werden. Schließlich sind die Abschlussarbeiten thematisch in das wissenschaftliche Umfeld des Instituts mit seinen vielschichtigen engen Kooperationen mit Betrieben und der Industrie eingebettet und daher mit der Bearbeitung von Problemen aus der Praxis beschäftigt; diese Vernetzung des Instituts mit vielen namhaften Unternehmen eröffnet vielfältige und interessante Aufgabenstellungen im Studienbetrieb und dient der Förderung des Berufsfeld- und Arbeitsmarktbezugs des Studiums und erleichtert so den Berufseinstieg. Kennzeichnend für das Bachelor-Studium ist ein breit gefächelter Anwendungsbezug, der sich einer starren Festlegung seiner Verteilung und Ausprägung im Modulhandbuch entzieht.

Im Master-Studiengang ist der Anwendungsbezug deutlicher als im Bachelor-Studium ausgeprägt durch die zusätzliche Abwicklung von Projektarbeiten, die immerhin einen Anteil von 15% des Gesamtstudienumfanges ausmachen.

# I. Module im 1. Studienabschnitt des Bachelor-Studiengangs

## Vorbemerkungen

Die Bachelor-Studiengänge Elektrotechnik mit einem Gesamtumfang von 180 Leistungspunkten (gemäß ECTS) sind aus zwei Abschnitten aufgebaut. Im ersten Studienabschnitt (4 Semester im Vollzeit- bzw. 8 Semester im Teilzeit-Studiengang) werden die technikkissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik vermittelt. Im zweiten Studienabschnitt (2 Semester im Vollzeit- bzw. 4 Semester im Teilzeit-Studiengang) sind Kenntnisse und Fähigkeiten in den drei fachspezifischen Disziplinen

- Informationstechnik
- Mikrosystemtechnik
- Automatisierungstechnik

zu erwerben, wobei die Studierenden in jedem der Module Freiraum erhalten, um aus einem vorgegebenen Katalog von Lehrveranstaltungen nach eigenen fachlichen Interessen zu wählen.

Im ersten Abschnitt des Bachelor-Studienganges müssen die Studierenden 14 Pflichtmodule mit den in der folgenden Tabelle angegebenen Leistungspunkten absolvieren (die ersten 14 Module).

Im zweiten Abschnitt sind 3 fachwissenschaftliche Pflichtmodule verankert. In 3 fachspezifischen Wahlpflichtmodulen jeweils eine aus dem zugehörigen Katalog zu wählende Wahlpflichtveranstaltung zu absolvieren; in einem weiteren Wahlpflichtmodul ist eine einzige Wahlpflichtveranstaltung aus den Katalogen absolvieren; damit soll eine fachliche Vertiefung in einer Disziplin nach Wahl der Studierenden erreicht werden. Zum zweiten Abschnitt gehören weiterhin das Modul Studium generale mit 8 Leistungspunkten und die Bachelor-Arbeit im Umfang von 12 Leistungspunkten.

Damit ergibt sich das gesamte Bachelor-Studium ein Umfang von 180 Leistungspunkten.

## Modultabelle (Version v2)

Gebiet	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltungen	ECTS
Mathematische Grundlagen	Höhere Mathematik I	Höhere Mathematik A für ET	16
		Höhere Mathematik B für ET	
	Höhere Mathematik II	Höhere Mathematik C für ET	14
		Höhere Mathematik D für ET	
Elektrotechnische Grundlagen	Grundlagen der Elektrotechnik A	Grundlagen der Elektrotechnik A	8
	Grundlagen der Elektrotechnik B	Grundlagen der Elektrotechnik B	8
	Energietechnik	Energietechnik	4
	Messtechnik	Messtechnik	5
	Theorie der Elektrotechnik	Feldtheorie	12
Elektromagnetische Wellen			
Technisch-physikalische Grundlagen	Experimentalphysik	Experimentalphysik für ET	8
	Technische Mechanik	Technische Mechanik für ET	6
	Baulemente	Werkstoffe	8
		Halbleiterbaulemente	
Grundlagen der Informations- und Systemtechnik	Datenverarbeitung	Datenverarbeitung	6
		Projekt Angewandte Datenverarbei-	

		tung	
	Technische Informatik für Elektrotechniker	Grundlagen der Technischen Informatik	8
		Grundlagen der Rechnerarchitektur für ET	
	Signal- und Systemtheorie	Signaltheorie	10
		Systemtheorie	
Praktikum	Laborpraktikum	Laborpraktikum A, B, C	8
		Projektseminar	
Vertiefungen	Nachrichtentechnik	1 Pflichtlehrveranstaltung	5
	Schaltungstechnik	1 Pflichtlehrveranstaltung	5
	Regelungstechnik	1 Pflichtlehrveranstaltung	5
	Informationstechnik	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	Mikrosystemtechnik	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	Automatisierungstechnik	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	Studienschwerpunkt	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	Studium generale	nach Wahl der Studierenden	8
		Bachelor-Arbeit	12
<b>Gesamt</b>			<b>180</b>

### Modultabelle (Version v3)

Gebiet	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltungen	ECTS
Mathematische Grundlagen	Höhere Mathematik I	Höhere Mathematik A für ET	16
		Höhere Mathematik B für ET	
	Höhere Mathematik II	Höhere Mathematik C für ET	8
	Stochastik	Stochastik für Ingenieure	5
Elektrotechnische Grundlagen	Grundlagen der Elektrotechnik A	Grundlagen der Elektrotechnik A	8
	Grundlagen der Elektrotechnik B	Grundlagen der Elektrotechnik B	8
	Energietechnik	Energietechnik	4
	Messtechnik	Messtechnik	5
	Theorie der Elektrotechnik	Feldtheorie	12
Elektromagnetische Wellen			
Technisch-physikalische Grundlagen	Experimentalphysik	Experimentalphysik für ET	6
	Technische Mechanik	Technische Mechanik für ET	6
	Baulemente	Werkstoffe	8
		Halbleiterbaulemente	
Grundlagen der Informations- und Systemtechnik	Datenverarbeitung	Grundlagen der Programmierung für Ingenieure II	8
		Projekt Angewandte Datenverarbeitung	
	Technische Informatik für Elektrotechniker	Grundlagen der Technischen Informatik	8

		Grundlagen der Rechnerarchitektur für ET	
	Signal- und Systemtheorie	Signaltheorie	10
		Systemtheorie	
Praktikum	Laborpraktikum	Laborpraktikum A, B, C	8
		Projektseminar	
Vertiefungen	Nachrichtentechnik	1 Pflichtlehrveranstaltung	5
	Schaltungstechnik	1 Pflichtlehrveranstaltung	5
	Regelungstechnik	1 Pflichtlehrveranstaltung	5
	Informationstechnik	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	Mikrosystemtechnik	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	Automatisierungstechnik	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	Studienschwerpunkt	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	Studium generale	nach Wahl der Studierenden	9
		Bachelor-Arbeit	12
<b>Gesamt</b>			<b>180</b>

## Modultabelle (Version v4)

Gebiet	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltungen	ECTS
Mathematische Grundlagen	Höhere Mathematik I	Höhere Mathematik A für ET	16
		Höhere Mathematik B für ET	
	Höhere Mathematik II	Höhere Mathematik C für ET	8
	Stochastik	Stochastik für Ingenieure	5
Elektrotechnische Grundlagen	Grundlagen der Elektrotechnik A	Grundlagen der Elektrotechnik A	8
	Grundlagen der Elektrotechnik B	Grundlagen der Elektrotechnik B	8
	Energietechnik	Energietechnik	4
	Messtechnik	Messtechnik	5
	Theorie der Elektrotechnik	Feldtheorie	6
		Elektromagnetische Wellen	6
Technisch-physikalische Grundlagen	Experimentalphysik	Experimentalphysik für ET	6
	Technische Mechanik	Technische Mechanik für ET	6
	Bauelemente	Werkstoffe	4
		Halbleiterbauelemente	4
Grundlagen der Informations- und Systemtechnik	Datenverarbeitung	Grundlagen der Programmierung für Ingenieure II	8
		Projekt Angewandte Datenverarbeitung	
	Technische Informatik für Elektrotechniker	Grundlagen der Technischen Informatik	8
		Grundlagen der Rechnerarchitektur für ET	
	Signal- und Systemtheorie	Signaltheorie	5

		Systemtheorie	5
Praktikum	Laborpraktikum	Laborpraktikum A, B, C	8
		Projektseminar	
Vertiefungen	Nachrichtentechnik	1 Pflichtlehrveranstaltung	5
	Schaltungstechnik	1 Pflichtlehrveranstaltung	5
	Regelungstechnik	1 Pflichtlehrveranstaltung	5
	Informationstechnik	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	Mikrosystemtechnik	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	Automatisierungstechnik	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	Studienschwerpunkt	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	Studium generale	nach Wahl der Studierenden	9
		Bachelor-Arbeit	12
<b>Gesamt</b>			<b>180</b>

## I.1 Gebiet Mathematische Grundlagen

### I.1.1 Höhere Mathematik I

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Höhere Mathematik I</b> <i>Advanced Mathematics for Electrical Engineers I</i>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	v2 M.105.9510 v3, v4 M.105.9511
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	• Höhere Mathematik A für Elektrotechniker • Höhere Mathematik B für Elektrotechniker
Semester	1., 2. / <i>1st, 2nd</i>
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul <i>Compulsory module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Prof. Peter Schreier, Ph.D.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	8V + 4U (4V + 2U je Lehrveranstaltung) 8L + 4Ex (4L / 2Ex per course)
Kreditpunkte / Credits ECTS	16 (8 + 8)
Lernziele <i>Learning objectives</i>	Einführung in die Grundlagen der Mathematik, die während des Studiums der Elektrotechnik benötigt werden. Die Studierenden können mit Grundbegriffen und Grundtechniken der Linearen Algebra und der Analysis umgehen.

Prüfungsmodalitäten Assessments	1 schriftliche Prüfung 1 written exam
------------------------------------	--

## Höhere Mathematik A für Elektrotechniker

Modul / Module	Höhere Mathematik A für Elektrotechniker <i>Advanced Mathematics A for Electrical Engineers</i>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.105.95100, Übung: L.105.95101
Koordinator / Coordinator	Dozenten des Instituts für Mathematik / Lectures in Mathematics
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Institut für Mathematik <i>Department of Mathematics</i>
Typ / Type	4 V / 2 Ü 4 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 90h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 150h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 240h
Leistungspunkte / Credits	8
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www2.math.uni-paderborn.de">http://www2.math.uni-paderborn.de</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
Die Vorlesung bietet eine erste Einführung in die Grundlagen der Mathematik, die während des Studiums der Elektrotechnik benötigt werden. Insbesondere werden Grundbegriffe und Grundtechniken der Analysis behandelt (Differential- und Integralrechnung in einer reellen Variablen).	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präliminarien: Mengen und Funktionen, Kombinatorik und Wahrscheinlichkeitsrechnung, Ungleichungen und Mittelwerte, e-Funktion</li> <li>• Konvergenz und Reihen: Konvergenz von Folgen, unendliche numerische Reihen (u.a. Summation mittels Partialbruchzerlegung)</li> <li>• Polynome: Euklidischer Algorithmus, Horner-Schema, quadratische und kubische Gleichungen</li> <li>• Stetigkeit: Verschiedene Stetigkeitsbegriffe, Zwischenwertsatz, Maximum und Minimum, einige spezielle Funktionen (trigonometrische Funktionen)</li> <li>• Differential- und Integralregeln: Differentiationsregeln, Differentiation spezieller Funktionen (Einführung der Hyperbelfunktion), Mittelwertsatz, Umkehrfunktion, Riemannintegral, Integrationstricks (verschiedene Substitutionen, Partialbruchzerlegung), Bogenlänge, einfache Volumina, uneigentliche Integrale, Kurvendiskussion, Taylorreihen</li> <li>• Komplexe Zahlen: Komplexe Zahlen, komplexe Differentiation (Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen), Taylorreihen im Komplexen, spezielle Funktionen</li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<b>Fachliche Kompetenzen / Professional Competence</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Grundbegriffe der Analysis zu verstehen und</li> <li>• die Grundtechniken der Analysis anzuwenden.</li> </ul>	

**Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills**

Die Studierenden

- haben die Bedeutung der mathematisch-methodischen Denkweise (Definition, Satz, Beweis) erkannt,
- haben die Fähigkeit zum abstrakten mathematischen Denken und Schließen entwickelt,
- können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen und
- sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden.

**Methodische Umsetzung / Implementation**

- Vorlesungen mit Tafeleinsatz, teilweise Folien- bzw. Beamer-Präsentation
- Präsenzübungen, in denen die theoretischen Konzepte in Kleingruppen vertieft werden
- fakultative Zentralübung zur Unterstützung des Selbststudiums

**Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Vorkenntnisse aus der allgemeinen Schulmathematik werden erwartet.

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

**Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Schriftliche Prüfung

*written exam***Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch / German

**Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

Hinweise auf Lehrbücher werden in der Vorlesung gegeben.

**Bemerkungen / Comments**

Materialien und aktuelle Informationen werden für alle in PAUL angemeldeten Teilnehmer auf der Lernplattform koala zur Verfügung gestellt:

<http://koala.uni-paderborn.de>**I.1.2 Höhere Mathematik II**

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Höhere Mathematik II</b> <i>Advanced Mathematics for Electrical Engineers II</i>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	v2 M.105.9520 v3, v4 M.105.9521
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	• Höhere Mathematik C für Elektrotechniker • Höhere Mathematik D für Elektrotechniker
Semester	3., 4. / <i>3th, 4th</i>
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul <i>Compulsory module</i>

Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Prof. Peter Schreier, Ph.D.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	6V + 4U (4V + 2U, 2V + 2U) 6L + 4Ex (4L / 2Ex, 2L / 2Ex)
Kreditpunkte / Credits ECTS	14 (8 + 6)
Lernziele <i>Learning objectives</i>	Dieses Modul setzt das Modul Höhere Mathematik für Elektrotechniker I fort. Insbesondere für Veranstaltungen, die sich mit theoretischen Aspekten der Elektrotechnik beschäftigen, werden mathematische Kenntnisse benötigt, die über den Stoff des Moduls Höhere Mathematik I hinausgehen. Die Studierenden sollen fortgeschrittene mathematische Techniken für Anwendungen in der Elektrotechnik erlernen.
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	1 schriftliche Prüfung <i>1 written exam</i>

### Höhere Mathematik C für Elektrotechniker

Modul / <i>Module</i>	<b>Höhere Mathematik C für Elektrotechniker</b> <b><i>Advanced Mathematics C for Electrical Engineers</i></b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.105.95300, Übung: L.105.95301
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Dozenten des Instituts für Mathematik / <i>Lectures in Mathematics</i>
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Institut für Mathematik <i>Department of Mathematics</i>
Typ / <i>Type</i>	4 V / 2 Ü 4 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 0h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 0h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	8
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://www2.math.uni-paderborn.de">http://www2.math.uni-paderborn.de</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
Die Studierenden sollen fortgeschrittene mathematische Techniken für Anwendungen in der Elektrotechnik erlernen – insbesondere auf dem Gebiet der Funktionentheorie.	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	

- Mehrfache Integrale: Integrale im  $\mathbb{R}^n$ , verschiedene Parametrisierungen der  $\mathbb{R}^2$  und  $\mathbb{R}^3$ , Integration  $\mathbb{R}^n$
- Laplace-Transformation: Laplace-Transformation und Rechenregeln, Anwendung auf gewöhnliche Differentialgleichungen und Systeme, Schwingungsprobleme
- Fourier-Reihen und Fourier-Transformation: Einführende Beispiele (schwingende Saite etc.), Fourier-Reihen, Fourier-Transformation (ein- und mehrdimensional), Anwendungen
- Partielle Differentialgleichungen in ausgewählten Beispielen: Wellengleichung, Wärmeleitungsgleichung, Potentialgleichung
- Vektoranalysis: Gradient, Divergenz, Rotation, Integralsätze, Anwendungen  
Funktionentheorie: Cauchy'scher Integralsatz, Laurent-Reihen, Residuensatz, konforme Abbildungen

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

##### **Fachliche Kompetenzen / Professional Competence**

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

- die Grundbegriffe der Funktionentheorie zu verstehen und
- die Grundtechniken der Funktionentheorie anzuwenden.

##### **Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills**

Die Studierenden

- haben die große Bedeutung der mathematisch-methodischen Denkweise (Definition, Satz, Beweis) erkannt,
- haben die Fähigkeit zum abstrakten mathematischen Denken und Schließen entwickelt,
- können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen und
- sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden.

#### Methodische Umsetzung / *Implementation*

- Vorlesungen und Übungen mit überwiegendem Tafelinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation umfangreicher Zusammenhänge,
- die theoretischen Konzepte werden danach in Präsenzübungen in Kleingruppen vertieft.

#### Inhaltliche Voraussetzungen / *Prerequisites*

Vorkenntnisse aus dem Modul Höhere Mathematik für Elektrotechniker I werden erwartet.

#### Kombinationshinweise - Überschneidungen / *Related and overlapping modules*

Keine / *None*

#### Prüfungsmodalitäten / *Assessments*

Schriftliche Prüfung

*written exam*

#### Unterrichtssprache / *Teaching Language*

Deutsch / *German*

#### Lehrmaterialien, Literaturangaben / *Teaching Material, Literature*

Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung werden bekannt gegeben.

## I.2 Gebiet Elektrotechnische Grundlagen

### I.2.1 Grundlagen der Elektrotechnik A

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Grundlagen der Elektrotechnik A</b> <i>Fundamentals of Electrical Engineering A</i>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.1011
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	Grundlagen der Elektrotechnik A / <i>Fundamentals of Electrical Engineering A</i>
Semester	1. / <i>1st</i>
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul <i>Compulsory module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Mertsching, Bärbel, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	4V + 2U <i>4L / 2Ex</i>
Kreditpunkte / Credits ECTS	8
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>Die Studenten erlernen den sicheren Umgang mit den elektrotechnischen Grundgrößen. Sie lernen verschiedene Modellbeschreibungen elektrischer Komponenten und Netzwerke kennen und sind in der Lage, diese problemangepasst anzuwenden und damit einfache Berechnungen selbstständig durchzuführen. Die Studenten können die Sachverhalte zunehmend abstrahieren und größere Zusammenhänge erkennen.</p> <p><i>The students develop a confident handling of the basic electrical quantities. They have learnt several modeling approaches of electrical components and networks, which they are able to apply according to the given problem and to carry out simple computations self-reliantly. The students are more and more accustomed to considerations on abstract levels and thus to recognize wider relationships.</i></p>
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	1 schriftliche Prüfung <i>1 written exam</i>

## Grundlagen der Elektrotechnik A

Modul / Module	<b>Grundlagen der Elektrotechnik A</b> <b>Fundamentals of Electrical Engineering A</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.10101
Koordinator / Coordinator	Mertsching, Bärbel Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Grundlagen der Elektrotechnik I <i>Fundamentals of Electrical Engineering I</i>
Typ / Type	4 V / 2 Ü 4 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 0h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 0h
Leistungspunkte / Credits	8
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/get">http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/get</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
Einführung in die Grundlagen der Elektrotechnik als Basis für weiterführende Veranstaltungen  <i>Introduction to the fundamentals of electrical engineering to provide a basis for advanced courses</i>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung (Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik, Maß-System, Basis-Maßeinheiten, Größengleichungen)</li> <li>• Elektrische Ladungen und Felder (Einführung der physikalischen Größen (el. Ladung, el. Kraft, el. Feldstärke, el. Arbeit, el. Spannung, el. Potential), Feldbegriff)</li> <li>• Elektrostatik (einfache Felder, Linien-, Flächen- und Raumladungen, Influenz, Dipole, Materie im el. Feld, Kapazität/Kondensator)</li> <li>• Elektrischer Stromkreis (bewegte Ladungen, Kirchhoffsche Regeln, lineare &amp; nichtlineare Zweipole, Quellen, Verbraucher, Widerstand, Grundsaltungen, Energie, Leistung)</li> <li>• Theorie der Gleichstromnetzwerke (Ersatzquellen, Überlagerungssatz, Knoten- und Maschenanalyse)</li> <li>• Magnetostatik (magn. Wirkung des el. Stroms, magn. Feldstärke, magn. Flussdichte, Durchflutungsgesetz, Lorentzkraft, Materie im magn. Feld, Induktivität/Spule)</li> <li>• Elektrodynamik (Selbstinduktion, Induktionsgesetz, Lenzsche Regel, magn. Kopplung von Stromkreisen, Gegeninduktion, Induktivitäten im Eisenkreis, magn. Energie)</li> <li>• <i>Introduction (engineering science electrical engineering, system of units, base units, equation between quantities)</i></li> <li>• <i>Electric charges and fields (introduction of physical quantities (electr. charge, electr. force, electr. field strength, electr. work, electr. voltage, electr. potential), concept of field)</i></li> <li>• <i>Electrostatics (basic fields, line/surface/spatial charges, electrostatic induction, dipoles, matter in the electr. field, capacity/capacitor)</i></li> <li>• <i>Electric circuit (moving electric charges, Kirchhoff's Laws, linear &amp; nonlinear two terminal networks, sources, consumer load, resistance/resistor, basic circuits, energy,</i></li> </ul>	

power)

- *Theory of DC-networks (equivalent sources, principle of superposition, node and mesh analysis)*
- *Magnetostatics (magn. effect of electr. current, magn. field strength, magn. flux density, magnetic flux law, Lorentz force, matter in the magn. field, inductivity/inductor)*
- *Electrodynamics (self-induction, law of induction, Lenz's Rule, magn. coupling of electric circuits, mutual induction, inductance in the iron circle, magn. energy)*

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

##### **Fachkompetenz / *Domain competence:***

- *Verständnis der Begriffswelt der Elektrotechnik, der grundlegenden elektrotechnischen Phänomene und Zusammenhänge (Begriffe, Größen, Methoden, Materialien, Bauelemente, Komponenten, Systeme, Normen)*
- *Kenntnisse der Eigenschaften der wichtigsten elektrotechnischen Bauelemente, Komponenten und Systeme*
- *Sicherer Umgang mit den elektrotechnischen Grundgesetzen*
- *Anwendung mathematischer Methoden auf Fragestellungen der Elektrotechnik: Matrizenrechnung, komplexe Rechnung, Differenzial-, Integralrechnung, Differenzialgleichungen*
- *Strukturierung und Bemessung einfacher elektrotechnischer Komponenten und Systeme nach gegebenen Anforderungen*
- *Methoden zur systematischen Analyse von elektrischen Netzwerken*
- *Methoden zur Modellierung technischer Systeme*
- *Understanding the concepts of electrical engineering, the basic phenomena and interrelationships of electrical engineering (terms, quantities, methods, materials, devices, components, systems, standards)*
- *Knowledge of the properties of the most important electrical elements, components, and system*
- *Confident application of the basic laws of electrical engineering*
- *Application of mathematical methods to electrical problems: matrices, complex computations, calculus, differential equations*
- *Structuring and dimensioning simple electrical components and systems according to given specifications*
- *Methods for systematically analyzing electrical networks*
- *Methods for modelling technical systems*

##### **Fachübergreifende Kompetenzen / *Key qualifications:***

Übertragung der vermittelten Methoden zur Analyse und Synthese auf verwandte Problemstellungen

*Transferring the acquired analysis and synthesis methods to related problems*

##### **Methodische Umsetzung / *Implementation***

- *Inhalte werden im Rahmen einer Vorlesung eingeführt*
- *Konkretisierung von theoretischen & methodischen Konzepten an praktischen Beispielen (wenn möglich aus der Erfahrungswelt der Studierenden) und durch Analogien zu anderen technischen Disziplinen*
- *Vertiefung der Inhalte in Präsenzübungen*
- *Introduction of contents as part of the lecture*
- *Confirmation of theoretical & methodic concepts by using practical examples (if possible from the students' realm of experiences) as well as through analogies involving other technical disciplines*
- *Reinforcement of contents through labs*

<b>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Vorkenntnisse auf dem Gebiet Elektrotechnik notwendig</li> <li>Jedoch Kenntnisse der Mathematik und der Physik auf dem Niveau der Hochschulreife</li> <li>Beständiges Aufgreifen der in den parallel laufenden Veranstaltungen zur Physik und der Mathematik vermittelten Kenntnisse</li> <li><i>No prior knowledge of electrical engineering required</i></li> <li><i>Knowledge of mathematics and physics at the level of the university entrance qualification</i></li> <li><i>Continuous picking up of the knowledge acquired in simultaneous physics and mathematics courses</i></li> </ul>
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules</b>
Keine / None
<b>Prüfungsmodalitäten / Assessments</b>
Schriftliche Prüfung, Zwischentests und Bonussystem  <i>Written exam, intermediate exams, and bonus system</i>
<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>
Deutsch / German
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>
Bereitstellung eines Skripts, Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung (Auszug)  <i>Allocation of a script, information on textbooks stocked in the textbook collection (excerpt)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mertsching, Bärbel: Materialien zur Vorlesung Grundlagen der Elektrotechnik A (Skript)</li> <li>Albach, Manfred: Grundlagen der Elektrotechnik 1. Pearson Studium, 3. Edition, 2011</li> <li>Hugel, Jörg: Elektrotechnik. Teubner-Verlag, 1998</li> <li>Pregla, Reinhold: Grundlagen der Elektrotechnik. Hüthig-Verlag, 8. Edition, 2009</li> </ul>

## I.2.2 Energietechnik

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Energietechnik</b> <i>Energy Technology</i>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.1021
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	Elektrische Energietechnik <i>Electrical Energy Technology</i>
Semester	3. / 3rd
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul <i>Compulsory module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Krauter, Stefan, Prof. Dr.-Ing. habil.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>

Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2Ü 2L + 2 Ex
Kreditpunkte / Credits ECTS	5
Lernziele <i>Learning objectives</i>	In der Energietechnik geht es neben der technischen Beschreibung auch um die gesamtgesellschaftliche Sicht auf die Prozesse der Energieerzeugung, den Energietransport sowie die Energiespeicherung und -wandlung. Die Studierenden sollen die Aufgaben von elektrischen Energieversorgungssystemen, deren Vielfältigkeit und Komplexität erkennen und beurteilen können.
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	schriftliche Modulabschlussprüfung <i>written exam</i>

### Elektrische Energietechnik

Modul / <i>Module</i>	<b>Elektrische Energietechnik</b> <b><i>Electrical Energy Technology</i></b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.10201
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Krauter
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Elektrische Energietechnik – Nachhaltige Energiekonzepte <i>Electrical Energy Technology – Sustainable Energy Concepts</i>
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 36h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 36h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 72h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://www.nek.upb.de/lehre">http://www.nek.upb.de/lehre</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
In der Lehrveranstaltung Elektrische Energietechnik werden zunächst die physikalischen Grundlagen der Energiewandlung vermittelt (Verbrennung, Carnot-, Otto-, und Dieselprozess). Verstärkt wird dann auf die elektrische Energiewandlung, deren Betriebsmittel, Parameter und Modellierung eingegangen (Induktion, Dynamo, Drehstrom, Synchronmaschine, Transformator, Zeigerdiagramm, Wirk- und Blindleistung). Die verschiedenen Kraftwerkstypen und ihre Betriebseigenschaften werden erklärt (Kohle, Gas, GuD, Wasserkraft, Windkraft, PV). Anschließend wird die Elektrizitätsübertragung und Speicherung erläutert. Neben der traditionellen, zentralen Energieversorgung wird auf die dezentrale Energieversorgung basierend auf erneuerbaren Energieträgern eingegangen. Neben einer statischen Verbrauchsstruktur werden Anpassungsmöglichkeiten vorgestellt.	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	

- Einleitung
- Energiebegriffe, Energieerhaltungssatz, 2.HS Thermodynamik
- Verbrennungsprozess, Wärmekapazität, Latente Wärme, Verdampfungswärme
- Kreisprozesse (Carnot, Otto, Diesel)
- Thermische Kraftwerke (Kohle, Gas, GuD, Öl, Atom)
- Solarthermische Energiegewinnung und Photovoltaik
- Wasser- und Windkraftnutzung
- Induktion, Induktivität, Drehfeldgenerator
- Behandlung von Drehstromsystemen: Dreiphasensystem, Symmetrische Komponenten
- Wichtige Betriebsmittel, Eigenschaften, Modelle: Synchronmaschine, Transformator
- Stromübertragung und Speicherung
- Energieverbrauchsstruktur, Lastanpassungsoptionen, dezentrale Konzepte
- Zusammenfassung, Prüfungsvorbereitung
- Exkursion zu einer Energieforschungseinrichtung oder einem Energieprojekt

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

##### **Fachliche Kompetenzen / Professional Competence**

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

- mit den Grundlagen der elektrischen Energietechnik vertraut zu machen.
- elektrische Energieversorgungssysteme sowohl in ihrer Gesamtheit also auch in gewissen Details zu verstehen, zu analysieren, zu beurteilen und im groben Umfang zu planen.

##### **Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills**

Die Studierenden

- sind in der Lage die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,
- können methodenorientiertes Vorgehen bei der Implementierung von Energiesystemen einsetzen und
- sind in der Lage, sich selbst weiterzubilden

#### Methodische Umsetzung / *Implementation*

Vorlesung mit Übungen

#### Inhaltliche Voraussetzungen / *Prerequisites*

Keine / *None*

#### Kombinationshinweise - Überschneidungen / *Related and overlapping modules*

Keine / *None*

#### Prüfungsmodalitäten / *Assessments*

Schriftliche Prüfung / *written exam*

#### Unterrichtssprache / *Teaching Language*

Deutsch / *German*

#### Lehrmaterialien, Literaturangaben / *Teaching Material, Literature*

Siehe Literaturhinweise, Präsentation befindet sich in PAUL

- Manuskript zur Vorlesung Elektrische Energietechnik, <http://www.nek.upb.de/lehre/vorlesungen/energietechnik>
- A. Schwab, Elektroenergiesysteme, 3. Auflage, Springer, 2012, ISBN 978-3-643-21957-3
- J. Schlabbach, Elektrische Energieversorgung, 2. Auflage, 2003, ISBN 3-8007-2662-9

- D. Nelles, Ch. Tuttas, Elektrische Energietechnik, 1998, ISBN 3-519-06427-8
- G. Herold, Elektrische Energieversorgung 1, 3. Auflage, 2011, ISBN 978-3-935340-69-4
- K. Heuck, K. Dettmann und D. Schulz, Elektrische Energieversorgung, 8. Auflage, 2010, ISBN 978-3-8348-0736-6
- V. Quaschnig, Regenerative Energiesysteme, 7. Auflage, 2011, ISBN 978-3-446-42732-7
- S. Krauter, Solar Electric Power Generation, 1. Auflage. Springer, 2006, ISBN 978-3-540-31345-8

Bemerkungen / *Comments*

Exkursion

*Excursion*

### I.2.3 Theorie der Elektrotechnik (Version v2, v3)

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Theorie der Elektrotechnik</b>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.1031
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	• Feldtheorie • Elektromagnetische Wellen
Semester	4. + 5.
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Förstner, Jens, Prof. Dr. rer. nat.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2Ü je Lehrveranstaltung
Kreditpunkte / Credits ECTS	12 (2 x 6)
Lernziele <i>Learning objectives</i>	Die Studierenden sollen die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Größen der Feldtheorie verstehen und in mathematischer Form anwenden können. Darüber hinaus sollen sie die Vorgänge in stationären, quasistationären und zeitveränderlichen elektromagnetischen Feldern verstehen und sie in einem sich daraus entwickelnden zentralen Kompetenzbereich in Beziehung zu einfachen elektrotechnischen Systemen setzen können.
Prüfungsmodalitäten	schriftliche Modulabschlussprüfung

## Elektromagnetische Wellen

Modul / <i>Module</i>	<b>Elektromagnetische Wellen</b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.10303
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Sievers, Denis, Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Fachgebiet Theoretische Elektrotechnik
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 60h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 180h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://www.tet.upb.de">http://www.tet.upb.de</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
<p>In der Vorlesung Elektromagnetische Wellen erfolgt nach einigen Ergänzungen eine Einführung in die Theorie ebener Wellen. Dazu werden aus dem vollständigen Satz der Maxwell'schen Gleichungen verschiedene Formen der Wellengleichung im Frequenz und Zeitbereich abgeleitet und für einfache Fälle gelöst. Die Rolle der ebenen Welle als Elementarlösung wird bei der Behandlung einfacher Reflexionsfälle deutlich, die zu einer ersten Diskussion des Begriffs der Dispersion führt. Es folgt eine Darstellung von Wellen auf einfachen Leitungen und die Ableitung wichtiger charakteristischer Größen von Wellenleitern.</p>	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
<p>Die Vorlesung Elektromagnetische Wellen gliedert sich wie folgt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Maxwell'schen Gleichungen im Zeit- und Frequenzbereich</li> <li>• Mathematische Methoden zur Lösung der Wellengleichung</li> <li>• Die ebene Welle als Elementarlösung der Wellengleichung</li> <li>• Reflexion ebener Wellen an ebenen Grenzflächen</li> <li>• Die Parallelplattenleitung</li> <li>• Dispersion von Wellen</li> <li>• Hohlleiter</li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>	
<p><b>Fachkompetenz / <i>Domain competence:</i></b></p> <p>Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache elektromagnetische Feldprobleme mathematische zu beschreiben (Modellbildung)</li> </ul>	

- eine geeignete Lösungsmethode auszuwählen und anzuwenden (Lösung)
- die gewonnenen Ergebnisse zu veranschaulichen und physikalisch zu deuten (Interpretation)

**Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

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

**Methodische Umsetzung / Implementation**

Die theoretischen Konzepte werden in der Form einer Vorlesung präsentiert, die daneben aber auch einen großen Anteil an Feldvisualisierungen enthält. In den Übungen wird die Theorie anhand von einfachen Fragestellungen und Rechenbeispielen vertieft, die während der Präsenzübungen selbstständig gelöst werden.

**Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Aufbauend auf der Lehrveranstaltung Feldtheorie.

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

**Prüfungsmodalitäten / Assessments**

schriftliche Prüfung von 150 Minuten Dauer

**Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch / German

**Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

Vorlesungsfolien, weitere Literaturempfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

**I.2.4 Elektromagnetische Wellen (Version v4)**

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Elektromagnetische Wellen</b>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.1034
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	Elektromagnetische Wellen
Semester	5.
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Förstner, Jens, Prof. Dr. rer. nat.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch

Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2Ü
Kreditpunkte / Credits ECTS	6
Lernziele <i>Learning objectives</i>	Die Studierenden sollen sie die Vorgänge zeitveränderlichen elektromagnetischen Feldern verstehen und sie in einem sich daraus entwickelnden zentralen Kompetenzbereich in Beziehung zu einfachen dynamische elektrotechnischen Systemen setzen können.
Prüfungsmodalitäten <i>Assessemments</i>	schriftliche Modulabschlussprüfung

## Elektromagnetische Wellen

Modul / <i>Module</i>	<b>Elektromagnetische Wellen</b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.10303
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Sievers, Denis, Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Fachgebiet Theoretische Elektrotechnik
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 60h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 180h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://www.tet.upb.de">http://www.tet.upb.de</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
<p>In der Vorlesung Elektromagnetische Wellen erfolgt nach einigen Ergänzungen eine Einführung in die Theorie ebener Wellen. Dazu werden aus dem vollständigen Satz der Maxwell'schen Gleichungen verschiedene Formen der Wellengleichung im Frequenz und Zeitbereich abgeleitet und für einfache Fälle gelöst. Die Rolle der ebenen Welle als Elementarlösung wird bei der Behandlung einfacher Reflexionsfälle deutlich, die zu einer ersten Diskussion des Begriffs der Dispersion führt. Es folgt eine Darstellung von Wellen auf einfachen Leitungen und die Ableitung wichtiger charakteristischer Größen von Wellenleitern.</p>	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
<p>Die Vorlesung Elektromagnetische Wellen gliedert sich wie folgt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Maxwell'schen Gleichungen im Zeit- und Frequenzbereich</li> </ul>	

- Mathematische Methoden zur Lösung der Wellengleichung
- Die ebene Welle als Elementarlösung der Wellengleichung
- Reflexion ebener Wellen an ebenen Grenzflächen
- Die Parallelplattenleitung
- Dispersion von Wellen
- Hohlleiter

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

##### **Fachkompetenz / *Domain competence:***

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

- einfache elektromagnetische Feldprobleme mathematische zu beschreiben (Modellbildung)
- eine geeignete Lösungsmethode auszuwählen und anzuwenden (Lösung)
- die gewonnenen Ergebnisse zu veranschaulichen und physikalisch zu deuten (Interpretation)

##### **Fachübergreifende Kompetenzen / *Key qualifications:***

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

#### Methodische Umsetzung / *Implementation*

Die theoretischen Konzepte werden in der Form einer Vorlesung präsentiert, die daneben aber auch einen großen Anteil an Feldvisualisierungen enthält. In den Übungen wird die Theorie anhand von einfachen Fragestellungen und Rechenbeispielen vertieft, die während der Präsenzübungen selbstständig gelöst werden.

#### Inhaltliche Voraussetzungen / *Prerequisites*

Aufbauend auf der Lehrveranstaltung Feldtheorie.

#### Kombinationshinweise - Überschneidungen / *Related and overlapping modules*

Keine / *None*

#### Prüfungsmodalitäten / *Assessments*

schriftliche Prüfung von 150 Minuten Dauer

#### Unterrichtssprache / *Teaching Language*

Deutsch / *German*

#### Lehrmaterialien, Literaturangaben / *Teaching Material, Literature*

Vorlesungsfolien, weitere Literaturempfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

## I.3 Gebiet Technisch-physikalische Grundlagen

### I.3.1 Experimentalphysik (v2)

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Experimentalphysik / Physics</b>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.1331
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	Experimentalphysik für Elektrotechniker <i>Experimental physics for electrical engineers</i>
Semester	1. Semester / <i>1<sup>st</sup> semester</i>
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul <i>Compulsory module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Hilleringmann, Ulrich, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	4V + 2U <i>4L / 2Ex</i>
Kreditpunkte / Credits ECTS	8
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>Das Modul „Physik“ vermittelt das physikalische Grundwissen zu den Themen Mechanik, Schwingungen und Wellen, Wärmelehre und Atomphysik. Ziel ist es, den Studierenden ein über das schulische Wissen hinausgehendes Verständnis zu den Größen Energie, Impuls, Kraft, Temperatur und Entropie zu erzielen, sodass sie die entsprechenden Werte für einen gegebenen Zustand berechnen können.</p> <p><i>The module “Physics” gives the basic knowledge in the areas of mechanics, oscillations, waves, thermodynamics and atomic physics. It explains advanced knowledge in the relations of energy, impulse, force, temperature, and entropy. After the course the students are able to calculate these values for a given state.</i></p>
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	1 schriftliche Prüfung <i>1 written exam</i>

## Experimentalphysik für Elektrotechniker

Modul / <i>Module</i>	<b>Experimentalphysik</b> <b><i>Experimental Physics</i></b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.128.81100
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Hilleringmann, Ulrich, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Dozent der Physik <i>Department of Physics</i>
Typ / <i>Type</i>	4 V / 2 Ü 4 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 0h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 0h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	Siehe Modulbeschreibung
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://physik.uni-paderborn.de/ag/ag-as/lehre/">http://physik.uni-paderborn.de/ag/ag-as/lehre/</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
Das Modul vermittelt die für das Fach Elektrotechnik und Informationstechnik erforderlichen Grundkenntnisse der experimentellen Physik	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
<p>Im einzelnen werden die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik fester Körper</li> <li>• Schwingungen, Wellen, Optik</li> <li>• Thermodynamik (Wärmelehre)</li> <li>• Atomphysik</li> </ul> <p><i>In detail the following topics are covered:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>mechanics of solids</i></li> <li>• <i>oscillations, waves, optics</i></li> <li>• <i>thermodynamics</i></li> <li>• <i>atomic physics</i></li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>	
<p>Fachliche Kompetenzen / <i>Professional Competences</i> Die Studierenden besitzen nach dem Besuch der Lehrveranstaltung Grundkenntnisse in</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik, Arbeit, Leistung, Energie</li> <li>• Optik, Atomphysik</li> </ul>	

und werden befähigt,

- mathematischer Formeln zur Berechnung physikalischer Vorgänge einzusetzen und
- überlagerter Vorgänge in Einzelkomponenten zu zerlegen.

Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills

Die Studierenden können

- die trainierten Problemlösungsstrategien disziplinübergreifend einsetzen,
- ihre Lösungen den anderen Teilnehmern präsentieren und
- die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen.

*After attending the course, the students will have basic knowledge in*

- *kinematics, work, power, energy, optics, atomic physics,*

*and will be able*

- *to apply mathematical formulas for describing physical and mechanical processes and*
- *synthesize complex processes into single components*

*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.*

#### Methodische Umsetzung / Implementation

- Vorlesung mit Tafel, Overheadprojektor und Beamer,
- Vorlesungsexperimente
- Präsenzübungen in kleinen Gruppen mit Übungsblättern,
- Präsentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer
  
- *Lecture based on slide presentation, extensions on blackboard*
- *live experiments presented during lecture*
- *Exercises in small groups based on exercise sheets with students presenting their own solutions*

#### Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites

Schulkenntnisse in Mathematik und Physik

*high school knowledge in mathematics and physics*

#### Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules

Keine / None

#### Prüfungsmodalitäten / Assessments

Schriftliche Prüfung / *written exam*

#### Unterrichtssprache / Teaching Language

Deutsch / *German*

#### Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature

- Vorlesungsfolien / Handouts of lecture slides
- Thomsen, Gumlich: Ein Jahr für die Physik - Newton, Feynman und andere
- Giancoli: Physik
- Haliday, Resnik, Walker: Physik
- Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien auf der Webseite / Additional links to books and other material available at the webpage

### I.3.2 Experimentalphysik (v3,v4)

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Experimentalphysik für Elektrotechniker / Physics</b>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.1334
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	Experimentalphysik für Elektrotechniker <i>Experimental physics for electrical engineers</i>
Semester	1. Semester / <i>1<sup>st</sup> semester</i>
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul <i>Compulsory module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Hilleringmann, Ulrich, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	4V + 2U <i>4L / 2Ex</i>
Kreditpunkte / Credits ECTS	6
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>Das Modul „Physik“ vermittelt das physikalische Grundwissen zu den Themen Mechanik, Schwingungen und Wellen, Wärmelehre und Atomphysik. Ziel ist es, den Studierenden ein über das schulische Wissen hinausgehendes Verständnis zu den Größen Energie, Impuls, Kraft, Temperatur und Entropie zu erzielen, sodass sie die entsprechenden Werte für einen gegebenen Zustand berechnen können.</p> <p><i>The module “Physics” gives the basic knowledge in the areas of mechanics, oscillations, waves, thermodynamics and atomic physics. It explains advanced knowledge in the relations of energy, impulse, force, temperature, and entropy. After the course the students are able to calculate these values for</i></p>

	<i>a given state.</i>
Prüfungsmodalitäten Assessments	1 schriftliche Prüfung 1 written exam

### Experimentalphysik für Elektrotechniker

Modul / Module	Experimentalphysik Experimental Physics
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.128.81100
Koordinator / Coordinator	Hilleringmann, Ulrich, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Dozent der Physik Department of Physics
Typ / Type	4 V / 2 Ü 4 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 0h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 0h
Leistungspunkte / Credits	Siehe Modulbeschreibung
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://physik.uni-paderborn.de/ag/ag-as/lehre/">http://physik.uni-paderborn.de/ag/ag-as/lehre/</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
Das Modul vermittelt die für das Fach Elektrotechnik und Informationstechnik erforderlichen Grundkenntnisse der experimentellen Physik	
<b>Inhalt / Contents</b>	
Im einzelnen werden die folgenden Themen behandelt:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik fester Körper</li> <li>• Schwingungen, Wellen, Optik</li> <li>• Thermodynamik (Wärmelehre)</li> <li>• Atomphysik</li> </ul>	
<i>In detail the following topics are covered:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>mechanics of solids</i></li> <li>• <i>oscillations, waves, optics</i></li> <li>• <i>thermodynamics</i></li> <li>• <i>atomic physics</i></li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<b>Fachliche Kompetenzen / Professional Competences</b> Die Studierenden besitzen nach dem Besuch der Lehrveranstaltung Grundkenntnisse in <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik, Arbeit, Leistung, Energie</li> </ul>	

- Optik, Atomphysik

und werden befähigt,

- mathematischer Formeln zur Berechnung physikalischer Vorgänge einzusetzen und
- überlagerter Vorgänge in Einzelkomponenten zu zerlegen.

Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills  
Die Studierenden können

- die trainierten Problemlösungsstrategien disziplinübergreifend einsetzen,
- ihre Lösungen den anderen Teilnehmern präsentieren und
- die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen.

*After attending the course, the students will have basic knowledge in*

- *kinematics, work, power, energy, optics, atomic physics,*

*and will be able*

- *to apply mathematical formulas for describing physical and mechanical processes and*
- *synthesize complex processes into single components*

*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.*

#### Methodische Umsetzung / Implementation

- Vorlesung mit Tafel, Overheadprojektor und Beamer,
- Vorlesungsexperimente
- Präsenzübungen in kleinen Gruppen mit Übungsblättern,
- Präsentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer
- *Lecture based on slide presentation, extensions on blackboard*
- *live experiments presented during lecture*
- *Exercises in small groups based on exercise sheets with students presenting their own solutions*

#### Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites

Schulkenntnisse in Mathematik und Physik

*high school knowledge in mathematics and physics*

#### Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules

Keine / None

#### Prüfungsmodalitäten / Assessments

Schriftliche Prüfung / *written exam*

#### Unterrichtssprache / Teaching Language

Deutsch / German

Lehrmaterialien, Literaturangaben / *Teaching Material, Literature*

- Vorlesungsfolien / Handouts of lecture slides
- Thomsen, Gumlich: Ein Jahr für die Physik - Newton, Feynman und andere
- Giancoli: Physik
- Haliday, Resnik, Walker: Physik
- Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien auf der Webseite / Additional links to books and other material available at the webpage

### I.3.3 Bauelemente (Version v2, v3)

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Bauelemente / Devices</b>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.1041
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	Werkstoffe der Elektrotechnik / <i>Materials for Electrical Engineering</i> Halbleiterbauelemente / <i>Semiconductor Devices</i>
Semester	2. und 3. Semester / <i>2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> semester</i>
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul <i>Compulsory module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Hilleringmann, Ulrich, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch und Englisch / <i>German and English</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	SS 2V + 1 U / 2L + 1 Ex WS 2V + 2 U / 2L + 2 Ex
Kreditpunkte / Credits ECTS	8 (4 + 4)
Lernziele <i>Learning objectives</i>	Das Modul „Bauelemente“ beinhaltet die Vorlesungen „Werkstoffe der Elektrotechnik“ und „Halbleiterbauelemente“. Das Modul vermittelt die Grundlagen der elektrischen Eigenschaften von Isolatoren, Leitern und Halbleitermaterialien basierend auf dem atomaren Aufbau der Materie sowie die Grundlagen elektronischer Halbleiterbauelemente wie Dioden und Transistoren. Die Studierenden können nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul das elektrische Verhalten von Materialien in Abhängigkeit von der Bauteilgröße erklären und einfache Bauelemente und Grundschaltungen hinsichtlich der Größen Strom und Spannung berechnen.

	<i>The modul "Devices" includes the lectures "Materials for Electrical Engineering" and "Semiconductor Devices". It explains the basics of the electrical characteristics of insulators, conductors and semiconductors on the base of the atomic structure of the materials. Additionally the basics of electronic devices like diodes and transistors are explained. After successful participation in this course the students are able to describe the electrical characteristics of materials in dependence on the geometries and are able to calculate the current/voltage behavior of electronic devices and basic circuitries.</i>
Prüfungsmodalitäten Assessments	1 schriftliche Prüfung 1 written exam

### Halbleiterbauelemente

Modul / Module	<b>Halbleiterbauelemente</b> <b>Semiconductor Devices</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.10402
Koordinator / Coordinator	Hilleringmann, Ulrich, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Fachgebiet Sensorik Sensor Technology Group
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / Time of attendance: 60h Selbststudium / Self-study: 60h Ges. Arbeitspensum / Total workload: 120h
Leistungspunkte / Credits	4
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://Sensorik.uni-paderborn.de/lehre">http://Sensorik.uni-paderborn.de/lehre</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester winter semester
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Lehrveranstaltung „Halbleiterbauelemente“ behandelt die Grundlagen elektronischer Halbleiterbauelemente. Ausgehend vom Leitungsmechanismus in Halbleitern werden auf der Basis von Ladungsträgerdichten die Funktionen von Dioden, Bipolar- und Feldeffekttransistoren erläutert. Aufbauend darauf folgen die Beschreibung von Grundsaltungen und Operationsverstärkerschaltungen sowie logische Gatterfunktionen.</p> <p><i>The course "Semiconductor Devices" focuses on the electronic characteristics of semiconductor devices. Starting from the charge carrier densities the principles of diodes, bipolar and field effect transistors will be explained. Additionally simple basic circuitries like operational amplifiers and logic circuits are explained.</i></p>	

## Inhalt / Contents

Im einzelnen werden die folgenden Themen behandelt:

- Leitungsmechanismen im Halbleiter
- Der pn-Übergang
- Bipolartransistoren
- Feldeffekttransistoren
- analoge Grundschaltungen (Operationsverstärker)
- digitale Gatter

*In detail the following topics are covered:*

- *Mechanisms for conductivity of semiconductors*
- *The pn junction*
- *Bipolar transistors*
- *Field effect transistors*
- *Analogue circuits (operational amplifier)*
- *Digital logic circuits*

## Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences

### Methodische Umsetzung / Implementation

- Vorlesung mit Bildprojektion und Tafel
- Präsenzübungen in kleinen Gruppen mit Übungsblättern zu den theoretischen Grundlagen, Präsentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer
- *Lecture based on slide presentation, extensions on blackboard*
- *Exercises in small groups based on exercise sheets with students presenting their own solutions*

### Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites

nicht zwingend, aber hilfreich: Werkstoffe der Elektrotechnik

*not compulsory, but helpful: Werkstoffe der Elektrotechnik*

### Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules

Keine / None

### Prüfungsmodalitäten / Assessments

Schriftliche Prüfung

*Written examination*

### Unterrichtssprache / Teaching Language

Deutsch und Englisch / *German and English*

### Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature

- Volesungsfolien
- Skript
- Übungszettel

Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien auf der Webseite

- *Handouts of lecture slides*
- *Scriptum*

- *Exercise sheets*

*Additional links to books and other material available at the webpage*

- Reisch: Halbleiterbauelemente
- Thuselt: Physik der Halbleiterbauelemente
- Singh: Semiconductor Devices
- S.M.Sze: Physics of Semiconductor Devices

### I.3.4 Halbleiterbauelemente (Version v4)

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Halbleiterbauelemente / Devices</b>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.1044
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	Halbleiterbauelemente / Semiconductor Devices
Semester	3. Semester / <i>3<sup>rd</sup> semester</i>
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul <i>Compulsory module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Hilleringmann, Ulrich, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	WS 2V + 2 U / 2L + 2 Ex
Kreditpunkte / Credits ECTS	4
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>Das Modul vermittelt die Grundlagen der elektrischen Eigenschaften von Isolatoren, Leitern und Halbleitermaterialien basierend auf dem atomaren Aufbau der Materie sowie die Grundlagen elektronischer Halbleiterbauelemente wie Dioden und Transistoren. Die Studierenden können nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul das elektrische Verhalten von Materialien in Abhängigkeit von der Bauteilgröße erklären und einfache Bauelemente und Grundschaltungen hinsichtlich der Größen Strom und Spannung berechnen.</p> <p><i>The modul explains the basics of the electrical characteristics of insulators, conductors and semiconductors on the base of the atomic structure of the materials. Additionally the</i></p>

	<i>basics of electronic devices like diodes and transistors are explained. After successful participation in this course the students are able to describe the electrical characteristics of materials in dependence on the geometries and are able to calculate the current/voltage behavior of electronic devices and basic circuitries.</i>
Prüfungsmodalitäten / Assessments	1 schriftliche Prüfung 1 written exam

## Halbleiterbauelemente

Modul / Module	<b>Halbleiterbauelemente</b> <b>Semiconductor Devices</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.10402
Koordinator / Coordinator	Hilleringmann, Ulrich, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Fachgebiet Sensorik <i>Sensor Technology Group</i>
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 60h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 60h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 120h
Leistungspunkte / Credits	4
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://Sensorik.uni-paderborn.de/lehre">http://Sensorik.uni-paderborn.de/lehre</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Lehrveranstaltung „Halbleiterbauelemente“ behandelt die Grundlagen elektronischer Halbleiterbauelemente. Ausgehend vom Leitungsmechanismus in Halbleitern werden auf der Basis von Ladungsträgerdichten die Funktionen von Dioden, Bipolar- und Feldeffekttransistoren erläutert. Aufbauend darauf folgen die Beschreibung von Grundsaltungen und Operationsverstärkerschaltungen sowie logische Gatterfunktionen.</p> <p><i>The course “Semiconductor Devices” focuses on the electronic characteristics of semiconductor devices. Starting from the charge carrier densities the principles of diodes, bipolar and field effect transistors will be explained. Additionally simple basic circuitries like operational amplifiers and logic circuits are explained.</i></p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>Im einzelnen werden die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitungsmechanismen im Halbleiter</li> <li>• Der pn-Übergang</li> <li>• Bipolartransistoren</li> </ul>	

- Feldeffekttransistoren
- analoge Grundsaltungen (Operationsverstärker)
- digitale Gatter

*In detail the following topics are covered:*

- *Mechanisms for conductivity of semiconductors*
- *The pn junction*
- *Bipolar transistors*
- *Field effect transistors*
- *Analogue circuits (operational amplifier)*
- *Digital logic circuits*

Lernergebnisse und Kompetenzen / *Learning outcomes and competences*

Methodische Umsetzung / *Implementation*

- Vorlesung mit Bildprojektion und Tafel
- Präsenzübungen in kleinen Gruppen mit Übungsblättern zu den theoretischen Grundlagen, Präsentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer
- *Lecture based on slide presentation, extensions on blackboard*
- *Exercises in small groups based on exercise sheets with students presenting their own solutions*

Inhaltliche Voraussetzungen / *Prerequisites*

nicht zwingend, aber hilfreich: Werkstoffe der Elektrotechnik

*not compulsory, but helpful: Werkstoffe der Elektrotechnik*

Kombinationshinweise - Überschneidungen / *Related and overlapping modules*

Keine / *None*

Prüfungsmodalitäten / *Assessments*

Schriftliche Prüfung

*Written examination*

Unterrichtssprache / *Teaching Language*

Deutsch und Englisch / *German and English*

Lehrmaterialien, Literaturangaben / *Teaching Material, Literature*

- Volesungsfolien
- Skript
- Übungszettel

Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien auf der Webseite

- *Handouts of lecture slides*
- *Scriptum*
- *Exercise sheets*

*Additional links to books and other material available at the webpage*

- Reisch: Halbleiterbauelemente
- Thuselt: Physik der Halbleiterbauelemente

- Singh: Semiconductor Devices
- S.M.Sze: Physics of Semiconductor Devices

## I.4 Gebiet Grundlagen der Informations- und Systemtechnik

### I.4.1 Modul Datenverarbeitung

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Datenverarbeitung</b> <i>Data Processing</i>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	v2 M.048.1051 v3, v4 M.048.1052
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenverarbeitung (Data Processing) nur in der Version v2</li> <li>• Grundlagen der Programmierung für Ingenieure II (Fundamentals of Programming for Engineers II) nur in den Versionen v3, v4</li> <li>• Projekt Angewandte Programmierung (Project Applied Programming)</li> </ul>
Semester	1., 2. / 1 <sup>st</sup> , 2 <sup>nd</sup>
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul <i>Compulsory module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Fischer, Matthias, Dr. rer. nat.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen und Projekt <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2U Veranstaltung Datenverarbeitung 3V + 2U Veranstaltung Grundlagen der Programmierung für Ingenieure II 2L / 2Ex course <i>Data Processing</i> 3L / 2Ex course <i>Fundamentals of Programming for Engineers II</i> 2P Projekt Angewandte Programmierung 2P <i>Project Applied Programming</i>
Kreditpunkte / Credits ECTS	6 (4 + 2)
Lernziele <i>Learning objectives</i>	Am Ende des Moduls Datenverarbeitung sollen die Studierenden die Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes moderner Rechensysteme (Hardware und Software) realistisch einschätzen. Erwarteter Beitrag der Veranstaltung ist die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen wie - Selbstständige Einarbeitung in und Analyse von neuen Problemen

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektion der Problemkomponenten auf Lösungsschritte</li> <li>- Kooperations- und Teamfähigkeit; faire Arbeitsteilung</li> <li>- Präsentation erzielter Ergebnisse im Projektstudium, Analyse der evtl. Misserfolge</li> <li>- Fachbezogenen Fremdsprachenkompetenzen (Gängige Programmiersprachen beinhalten ausschließlich englische Elemente)</li> </ul>
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	1 schriftliche Prüfung und 1 schriftliche Studienleistung <i>1 written exam and 1 written course achievement</i>

### Datenverarbeitung (Version v2)

<b>Modul / Module</b>	<b>Datenverarbeitung Data Processing</b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.10501
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Fischer, Matthias, Dr. rer. nat
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Fachgebiet Algorithmen und Komplexität <i>Algorithms and Complexity</i>
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 0h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 0h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	4
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://adt.uni-paderborn.de/lehre.html">http://adt.uni-paderborn.de/lehre.html</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Das Ziel der Veranstaltung ist die Vermittlung von Programmierkenntnissen am Beispiel der Programmiersprache C++. Die Teilnehmer sollen die Fähigkeiten entwickeln Programme zu verstehen und selbst zu entwickeln. Dazu gehören einerseits einfache Anweisungen, Ablaufsteuerungen, Arrays, usw. Die Programmierung wird an Hand von Algorithmen und Datenstrukturen gegeben, von denen ebenfalls einfache Methoden angegeben werden. Abgeschlossen wird die Vorlesung mit grundlegenden Konzepten der objektorientierte Programmierung.</p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>Stichworte: Einführung und Motivation, Wichtige Begriffe, Grundlagen der Programmierung, Einfache Programme, Syntax, Semantik und Simulation, Verzweigungen, Schleifen, Primitive Datentypen, Felder (Arrays), Klassen, Methoden, Dateien, Rekursion, Objektorientierung, Vererbung, Dynamische Datenstrukturen, Sortieralgorithmen.</p>	

<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<b>Fachliche Kompetenzen / Professional Competence</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• das dynamische Verhalten von einfachen Software-Systemen zu beschreiben und zu implementieren,</li> <li>• elementare Software-Systeme zu erklären, ihre Struktur zu verallgemeinern und im anderen Kontext erkennen.</li> </ul>	
<b>Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills</b> Die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der Implementierung von Software-Systemen einsetzen und</li> <li>• sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden</li> </ul>	
<b>Methodische Umsetzung / Implementation</b>	
Vorlesung mit Übungen	
<i>Lecture combined with lab course</i>	
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</b>	
Keine / None	
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules</b>	
Keine / None	
<b>Prüfungsmodalitäten / Assessments</b>	
Schriftliche Prüfung; Voraussetzung für die Teilnahme an dieser Prüfung ist eine schriftliche Studienleistung über das Projekt Angewandte Programmierung.	
<i>Written exam; precondition for attendance: course achievement in Project Applied Programming</i>	
<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>	
Deutsch / German	
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Materialien zur Vorlesung (Übungszettel, Vorlesungsfolien, Organisation) finden Sie im koALA-System.</li> <li>• Ulrich Breymann: Der C++-Programmierer: C++ lernen - Professionell anwenden - Lösungen nutzen, Carl Hanser Verlag, 2011.</li> <li>• Bjarne Stroustrup: Einführung in die Programmierung mit C++, Pearson Studium, 2010.</li> <li>• Sebastian Bauer: Eclipse für C/C++-Programmierer: Handbuch zu den Eclipse C/C++ Development Tools (CDT), Dpunkt Verlag, 2010.</li> </ul>	

## Grundlagen der Programmierung für Ingenieure II (Version v3, v4)

<b>Modul / Module</b>	<b>Grundlagen der Programmierung für Ingenieure II Fundamentals of Programming for Engineers II</b>
<b>Veranstaltungsnummer / Course ID</b>	L.079.03510

Koordinator / <i>Coordinator</i>	Fischer, Matthias, Dr. rer. nat
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Fachgebiet Algorithmen und Komplexität <i>Algorithms and Complexity</i>
Typ / <i>Type</i>	3 V / 2 Ü 3 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 0h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 0h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="https://www.hni.uni-paderborn.de/alg/teaching/grundlagen-der-programmierung-fuer-ingenieure-ii/">https://www.hni.uni-paderborn.de/alg/teaching/grundlagen-der-programmierung-fuer-ingenieure-ii/</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
Die Teilnehmer sollen, auf den Kenntnissen der Veranstaltung Datenverarbeitung aufbauend, vertiefende Kenntnisse in unterschiedlichen Gebieten erlangen. Die Teilnehmer absolvieren die Veranstaltung Datenverarbeitung mit Beginn des Wintersemesters und hören ab der 2. Hälfte des Wintersemesters parallel dazu die vertiefende Veranstaltung im Umfang von 1V.	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
Zum Inhalt der vertiefenden Veranstaltung gehören komplexere Datenstrukturen (z.B. Graphen, Bäume usw.) und Algorithmen (z.B. Breitensuche, Tiefensuche, Backtracking, Sortieren). Ebenso soll auch die Nutzung komplexer Datenstrukturen mit Hilfe von Templates durch Anwendung der "C++ Standard Template Library" (STL) erlernt werden. Weiter sollen Programmierkenntnisse im Bereich der Thread-Programmierung erlangt werden, um Programme nebenläufig (verzahnt) ausführen zu lassen.	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>	
<b>Fachkompetenz / <i>Domain competence</i>:</b>	
Siehe Datenverarbeitung	
<i>See Data Processing</i>	
<b>Methodische Umsetzung / <i>Implementation</i></b>	
Vorlesung mit Übungen	
<i>Lecture combined with lab course</i>	
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / <i>Prerequisites</i></b>	
Folgende Module sind Voraussetzung für dieses Modul: Keine	
<i>The following modules are prerequisites: None</i>	
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / <i>Related and overlapping modules</i></b>	
Die Kombination mit folgenden Modulen ist nicht zulässig: Keine	
<i>it is not feasible to combine with these modules: None</i>	
<b>Prüfungsmodalitäten / <i>Assessments</i></b>	
Schriftliche Prüfung; Voraussetzung für die Teilnahme an dieser Prüfung ist eine schriftliche Stu-	

di-enleistung über das Projekt Angewandte Programmierung.
<i>Written exam; precondition for attendance: course achievement in Project Applied Programming</i>
<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>
Deutsch / German
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>
Siehe Datenverarbeitung
<i>See Data Processing</i>

## Projekt Angewandte Programmierung

<b>Modul / Module</b>	<b>Projekt Angewandte Programmierung Project Applied Programming</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.10502
Koordinator / Coordinator	Scheytt, J. Cristoph, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Schaltungstechnik System and Circuit Technology
Typ / Type	2 P 2 P
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / Time of attendance: 0h Selbststudium / Self-study: 0h Ges. Arbeitspensum / Total workload: 0h
Leistungspunkte / Credits	2
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www.hni.uni-paderborn.de/sct/lehre/">Homepage http://www.hni.uni-paderborn.de/sct/lehre/</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester winter semester
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
In der Veranstaltung Projekt Angewandte Programmierung des vorliegenden Moduls wird anhand einer logisch abgeschlossenen, praxisnahen Aufgabenstellung in kleinen Gruppen semesterbegleitend unter Anleitung von Tutoren das in der Veranstaltung Datenverarbeitung gelernte und in einzelnen Teilen geübte Wissen ins Praktische umgesetzt.	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung</li> <li>• (Un-)Gerichtete Graphen – formale Einführung</li> <li>• Matrizen und Felder in C</li> <li>• Roboterprogrammierung (RV-M1)</li> <li>• Ansteuerung des Roboters mit Hilfe der Programmiersprache C</li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<b>Fachliche Kompetenzen / Professional Competence</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,	

- das dynamische Verhalten von einfachen Software-Systemen in Verbindung mit der Graphentheorie zu beschreiben und zu implementieren,
- umfangreiche Software-Systeme zu erklären, ihre Struktur zu verallgemeinern und im anderen Kontext erkennen.

### **Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills**

Die Studierenden

- sind in der Lage die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,
- können methodenorientiertes Vorgehen bei der Implementierung von Software-Systemen einsetzen und
- sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden

#### **Methodische Umsetzung / Implementation**

Projektarbeit mit Übungen

*Project work with integrated lab course*

#### **Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Keine / None

#### **Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

#### **Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Schriftliche Studienleistung als Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung über Datenverarbeitung

*Written course achievement relevant to the exam in Data Processing*

#### **Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch / German

#### **Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

- Brian W. Kernighan; Dennis Ritchie: Programmieren in C. ANSI C. Hanser Fachbuch Verlag, 1990. ISBN 3446154973
- Steve Oualline: Practical C programming. 3. ed. Cambridge [u.a.]. O'Reilly, 1997. ISBN 1565923065
- Robert Sedgewick: Algorithms in C. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1990. ISBN 0201514257
- R.V. Binder: Testing Object-Oriented Systems, Addison-Wesley, 2000. ISBN

## **I.4.2 Modul Technische Informatik**

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Technische Informatik für ET</b> <b>Computer Engineering</b>
<b>Modulnummer /</b> <i>Module ID</i>	M.048.1061

Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Technischen Informatik / <i>Introduction to Computer Engineering</i></li> <li>• Grundlagen der Rechnerarchitektur / <i>Introduction to Computer Architecture</i></li> </ul>
Semester	2. und 3. / <i>2<sup>nd</sup> and 3<sup>d</sup></i>
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul <i>Compulsory module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Hellebrand, Sybille, Prof. Dr. rer. nat.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2U je Lehrveranstaltung <i>2L / 2Ex per course</i>
Kreditpunkte / Credits ECTS	8 (2 x 4)
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>Die Studierenden sollen nach Absolvieren des Moduls die Grundlagen des digitalen Entwurfs auf Gatter- und auf Register-Transfer-Ebene beherrschen. Weiterhin sollen sie den Aufbau moderner Rechensysteme verstehen und Entwurfsprinzipien zur Optimierung der Rechenleistung bei vertretbaren Kosten erklären und anwenden können.</p> <p><i>After completing the module, the students are expected to be familiar with the basic principles and techniques of digital design both at the logic and at the register transfer level. Furthermore, they are supposed to understand the architecture and organization of modern computer systems, and they should be able to explain and apply design strategies for optimizing the cost/performance trade-off.</i></p>
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	2 schriftliche Prüfungen <i>2 written exams</i>

### Grundlagen der Rechnerarchitektur

Modul / <i>Module</i>	<b>Grundlagen der Rechnerarchitektur</b> <b><i>Introduction to Computer Architecture</i></b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.079.05301
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Hellebrand, Sybille, Prof. Dr. rer. nat.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Computer Engineering Group</i>	Fachgebiet Datentechnik <i>Computer Engineering Group</i>

<i>Teaching Unit</i>	
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 0h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 0h
Leistungspunkte / Credits	4
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www.date.uni-paderborn.de/lehre/lehveranstaltungen/">http://www.date.uni-paderborn.de/lehre/lehveranstaltungen/</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Veranstaltung „Grundlagen der Rechnerarchitektur“ gibt eine Einführung in den Aufbau und Entwurf moderner Rechensysteme. Insbesondere wird vermittelt, wie durch ein effizientes Zusammenspiel von Hardware und Software kostengünstige und leistungsstarke Rechner entwickelt werden können.</p> <p><i>The course „Introduction to Computer Architecture“ deals with the design of modern computer systems. The focus lies on understanding the hardware/software interface and optimizing the cost/performance trade-off.</i></p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>Im einzelnen werden die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundstrukturen, von Neumann Rechner</li> <li>• Leistungsbewertung</li> <li>• Befehlssätze und Assemblerprogrammierung</li> <li>• Datenpfad und Steuerung</li> <li>• Pipelining</li> <li>• Speicherhierarchie, insb. Cache-Management und virtueller Speicher</li> <li>• Ein-/Ausgabe</li> </ul> <p><i>In detail the following topics are covered:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Basic architectures, von Neumann computer</i></li> <li>• <i>Evaluating performance</i></li> <li>• <i>Instruction set architectures and assembler programming</i></li> <li>• <i>Data path and control</i></li> <li>• <i>Pipelining</i></li> <li>• <i>Memory hierarchy, in particular cache-management und virtual memory</i></li> <li>• <i>IO-Interface</i></li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<p><b>Fachliche Kompetenzen / Professional Competences</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</li> <li>• den Aufbau eines modernen Rechners sowie das Zusammenspiel von Hardware und Software zu beschreiben,</li> <li>• die zugrunde liegenden allgemeinen Entwurfsprinzipien und -strategien zu erklären und anzuwenden,</li> <li>• Rechensysteme im Hinblick auf Leistung und Kosten zu analysieren und bewerten, sowie</li> </ul>	

- selbständig einfache Assemblerprogramme zu schreiben.

### **Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills**

Die Studierenden können

- die trainierten Problemlösungsstrategien disziplinübergreifend einsetzen,
- ihre Lösungen den anderen Teilnehmern präsentieren und
- die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen.

*After attending the course, the students will be able*

- *to describe the organization and the hardware/software interface of a modern computer,*
- *to explain the underlying general design principles and strategies and to apply them,*
- *to analyze and evaluate computer systems with respect to cost and performance, and*
- *to write simple assembler programs.*

*The students*

- *are able to apply the practiced strategies for problem solving across varying disciplines,*
- *have experience in presenting their solution to their fellow students, and*
- *know how to improve their competences by private study.*

### **Methodische Umsetzung / Implementation**

- Vorlesung mit Beamer und Tafel
- Präsenzübungen in kleinen Gruppen mit Übungsblättern zu den theoretischen Grundlagen, Prä-sentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer
- Praktische Übungen zur Assemblerprogrammierung am Rechner
- *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 on assembler programming*

### **Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Grundlagen der Technischen Informatik

*Introduction to Computer Engineering*

### **Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

### **Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Schriftliche Prüfung / *written exam*

### **Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch / *German*

### **Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

- Vorlesungsfolien
- D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Computer Organization & Design – The Hardware / Software Interface (3rd Edition); Morgan Kaufmann, 2007; ISBN: 978-0-12-370606-5, ISBN-10: 0-12-370606-8
- Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien auf der Webseite

- Handouts of lecture slides
- D. A. Patterson, J. L. Hennessy: *Computer Organization & Design – The Hardware / Software Interface (3rd Edition)*; Morgan Kaufmann, 2007; ISBN: 978-0-12-370606-5, ISBN-10: 0-12-370606-8
- Additional links to books and other material available at the webpage

## I.5 Praktikum

### I.5.1 Laborpraktikum und Projektseminar

Modul / Module	Laborpraktikum und Projektseminar
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.10801, L.048.10802, L.048.10804, L.048.108xx
Koordinator / Coordinator	Henning, Bernd, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Elektrische Messtechnik
Typ / Type	PS PS
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 0h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 0h
Leistungspunkte / Credits	8
Modulseite / Module Homepage	<a href="#">PAUL</a>
Zeitmodus / Semester	Winter- und Sommersemester <i>winter and summer semester</i>
Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i>	
<p>Es sind zahlreiche Laborexperimente und ein Projektseminar zu absolvieren.</p> <p>Im Laborpraktikum sollen die Studierenden ihre in den elektrotechnischen Vorlesungen der ersten vier Semester des Bachelor-Studiums Elektrotechnik erworbenen Kenntnisse praktisch vertiefen. Das Praktikum findet im zweiten, dritten und vierten Semester statt. Anhand von spezifischen Aufgabenstellungen erarbeiten die Studierenden in Kleingruppen (3 Personen) selbständig Lösungen und wenden somit grundlegende Methoden aus den Bereichen der Elektrotechnik an. Sie erlangen Fertigkeiten beim Einsatz unterschiedlicher elektrischer Geräte und Messgeräte. Besonderer Wert wird auf eine sorgfältige Dokumentation der Ergebnisse (Tabellen, Grafiken, Skizzen) gelegt. Durch die Betonung der Teamleistung wird kooperatives Arbeiten gefördert.</p> <p>Im Projektseminar arbeiten sich die Studierenden selbstständig in ein forschungsnahes Teilgebiet aus dem Forschungsbereich eines Fachgebietes des Institutes für Elektrotechnik und Informationstechnik</p>	

ein. Ebenso wird Fachliteratur sachgerecht genutzt. Das Thema sowie die erzielten Ergebnisse werden durch einen Vortrag mit anschließender Diskussion und eine kurze schriftliche Ausarbeitung präsentiert. Im Seminar sollen die Studierenden erlernte Techniken anwenden, nichttrivialen Stoff selbstständig erarbeiten und in mündlicher und schriftlicher Form präsentieren.

#### Inhalt / Contents

##### Laborpraktikum A

- Gleichstromschaltungen
- Elektrische und magnetische Felder
- Strömungsfelder
- Induktionsvorgänge
- Ausgleichsvorgänge
- Transientes Verhalten linearer und nichtlinearer Schaltungen
- Wechselstromkreise
- Elektrische Leistung

##### Laborpraktikum B

- Digitale Grundgatter
- Speicherschaltungen
- Arithmetikeinheiten
- Digitale Steuerwerke
- Programmierung von Mikrocontrollern
- Kennlinien passiver und aktiver Bauelemente
- Transferkennlinien von Emitter-, Kollektor- und Basisschaltung, Source-Folger
- Analoge Grundschaltungen
- Messungen an Schaltungen mit Operationsverstärkern

##### Laborpraktikum C

- Brennstoffzelle
- Elektrische Energieversorgung
- Photovoltaik
- Trägerfrequenzmessbrücke
- Digitale Messdatenerfassung
- Signalanalyse im Amplituden-, Zeit-, Frequenz- und Verschiebezeitbereich

##### Projektseminar

- Arbeit aus dem Forschungsbereich der jeweiligen Fachgebiete

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

##### **Fachliche Kompetenzen / Professional Competence**

Die Studierenden sind nach der Durchführung der Praktikumsversuche in der Lage,

- bereits erlernte theoretische Vorlesungsinhalte durch laborpraktische Übungen zu vertiefen,
- experimentelle Arbeiten sorgfältig zu planen und durchzuführen,
- elektronische Messgeräte und Geräte kritisch auszuwählen und einzusetzen,
- qualifizierte und quantifizierte Aussagen in Bezug auf die Messunsicherheit zu treffen.

Bei der Durchführung des Projektseminars erlernen die Studierenden

- die Fähigkeiten zur selbstständigen Erarbeitung eines nicht trivialen Stoffes,
- umfangreiche Literaturrecherchen durchzuführen,
- die Präsentation von selbst erarbeiteten Ergebnissen in schriftlicher und mündlicher Form,

#### **Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills**

Die Studierenden können

- durch Lösen einer Aufgabe im Team kooperativ arbeiten,
- die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einsetzen,
- Ergebnisse sorgfältig dokumentieren und Tabellen, Grafiken und Skizzen sachgerecht beschriften,
- selbstständig wissenschaftlich arbeiten,
- methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen,
- einen Vortrag inhaltlich strukturieren und komplexe Sachverhalte mit verschiedenen Mitteln illustrieren
- sich bei einem Vortrag an zeitliche Vorgaben halten und inhaltliche Prioritäten setzen,
- rhetorische Fähigkeiten bei Vortrag und Diskussion einsetzen,
- sich durch die abstrakte und präzise Behandlung der gestellten Aufgabe selbst weiterbilden.

#### **Methodische Umsetzung / Implementation**

- Laborpraktische Übung
- Bearbeitung einer Aufgabe in einem Projektseminar

#### **Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Vorkenntnisse aus den Modulen Grundlagen der Elektrotechnik, Grundlagen der technischen Informatik, Werkstoffe, Halbleiterbauelemente, Energietechnik, Messtechnik, Signal- und Systemtheorie, Feldtheorie.

#### **Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

#### **Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Studienleistung in Form von Kolloquien zu den einzelnen Laborexperimenten und in Form der Ausarbeitung und der Präsentation eines Themas im Projektseminar

#### **Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch / German

#### **Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

Praktikumsunterlagen mit Literaturhinweisen stehen online zur Verfügung.

## II. Module im 2. Studienabschnitt des Bachelor-Studiengangs

### II.1 Gebiet Vertiefungen

#### II.1.1 Nachrichtentechnik

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Nachrichtentechnik</b> <i>Communications</i>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.1092
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	Nachrichtentechnik / <i>Communications</i>
Semester	5. / <i>5<sup>th</sup> semester</i>
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul <i>Compulsory module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Hüb-Umbach, Reinhold, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesung und Übungen <i>Lecture combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2U 2L / 2Ex
Kreditpunkte / Credits ECTS	5
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>Das Modul Informationstechnik vermittelt weiterführende Kenntnisse über die technische Verarbeitung und Übertragung von Information. Die Vorlesung Nachrichtentechnik wird dabei als kanonische Vorlesung im Bereich der Informationstechnik angesehen, da sie grundlegende Begriffe einführt (z.B. den Shannonschen Informationsbegriff), eine abstrakte Beschreibung informationsverarbeitender Systeme mit Hilfe der Signal- und Systemtheorie liefert, die unabhängig von konkreten Bauelementen oder Schaltkreisrealisierungen ist, und die statistische Signalbeschreibung als ein grundlegendes Modellierungskonzept einführt.</p> <p><i>The module Information Technology provides further knowledge and expertise in the field of processing and transmission of information. The course on Communications (Nachrichtentechnik) familiarizes the students with the basic concepts of information technology (e.g. Shannon's concept of</i></p>

	<i>information), the description of information processing systems by means of signal and system theory, and the ubiquitousness of the concept of stochastic signals in information processing systems</i>
Prüfungsmodalitäten Assessments	1 schriftliche Prüfung 1 written exam

## Nachrichtentechnik

Modul / Module	<b>Nachrichtentechnik</b> <b>Communications Engineering</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.10901
Koordinator / Coordinator	Hüb-Umbach, Reinhold, Prof. Dr. –Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Nachrichtentechnik
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 0h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 0h
Leistungspunkte / Credits	5
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://nt.upb.de/index.php?id=nt">http://nt.upb.de/index.php?id=nt</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Veranstaltung Nachrichtentechnik gibt einen Einblick in das weite Feld der Informationstechnik. Sie beschäftigt sich mit der Codierung und dem Senden, Übertragen und Empfangen von Information. Übertragungssysteme werden mit den Techniken der Signal- und Systemtheorie und der statistischen Signalbeschreibung behandelt. Während analoge Übertragungsverfahren nur kurz diskutiert werden, liegt der Schwerpunkt bei der Behandlung digitaler Übertragungsverfahren, deren Elemente am Beispiel der Pulsamplitudenmodulation diskutiert werden.</p> <p>Die Vorlesung schließt mit einer Einführung in die Informationstheorie, welche die Grundlage der modernen Nachrichtentechnik bildet.</p> <p>Die Lehrveranstaltung ist die Basis für weitergehende Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Informationstechnik.</p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signale und Systeme der Nachrichtentechnik: Begriff des LTI-Systems, Fouriertransformation zeitkontinuierlicher und –diskreter Systeme, Abtasttheorem, idealer Tiefpass, idealer Bandpass, äquivalente Basisbanddarstellung reeller Bandpasssysteme, Mischerstrukturen, Hilberttransformation</li> <li>• Analoge Modulationsverfahren: Zweiseitenband-Amplitudenmodulation mit und ohne Träger, Einseitenband-AM, Überlagerungsempfänger, Frequenzmodulation</li> <li>• Digitale Übertragungsverfahren am Beispiel von Pulsamplitudenmodulation: Signalraum-konstellationen (ASK, PSK, QAM), Pulsformung, Nyquistkriterium, AWGN-Kanalmodell, Matched Filter, ML-Entscheidungsregel, Fehlerratenberechnung</li> </ul>	

- Einführung in der Informationstheorie: Entropie, Quellencodierungstheorem, Huffman-Codierung, wechselseitige Information, Kanalkapazität, Kanalcodierungstheorem

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

##### **Fachliche Kompetenzen / Professional Competence**

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

- Nachrichtentechnische Systeme mit Methoden der Signal- und Systemtheorie zu beschreiben und zu analysieren
- Die Vorteile einer Beschreibung von Signalen als stochastische Prozesse zu erkennen, und Nutz- und Störsignale als Zufallsprozesse zu beschreiben und zu analysieren
- Die wesentlichen Komponenten eines digitalen Übertragungssystems zu verstehen
- Sinnvolle Entwurfsentscheidungen für die Elemente eines Übertragungssystems für vorgegebene Übertragungsverhältnisse zu treffen
- Die Leistungsfähigkeit eines Kommunikationssystems zu bewerten und Kenngrößen für Bandbreiten- und Leistungseffizienz zu berechnen

Die überragende Bedeutung der Shannon'schen Informationstheorie für die moderne Nachrichtentechnik zu erkennen, Entropie und Kanalkapazität von einfachen Quellen und Kanälen zu berechnen

##### **Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills**

Die Studierenden

- können die Kenntnisse und Fertigkeiten der Modellierung von Signalen als stochastische Prozesse disziplinübergreifend einsetzen,
- können die Methoden und Techniken der Signal- und Systemtheorie auf vielfältige Bereiche der Signalverarbeitung anwenden
- können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse von Kommunikationssystemen einsetzen,
- sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden

#### Methodische Umsetzung / *Implementation*

- Vorlesungen mit überwiegenderm Tafelinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation
- Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner
- Hausaufgaben zum selbständigen Einüben der Vorlesungsinhalte durch die Studierenden und als Rückkopplung des erworbenen Wissensstandes und der Transferkompetenz
- Demonstration von Vorlesungsinhalten anhand realer technischer Systemen im Hörsaal.

#### Inhaltliche Voraussetzungen / *Prerequisites*

Vorkenntnisse aus dem Modul Signal- und Systemtheorie.

#### Kombinationshinweise - Überschneidungen / *Related and overlapping modules*

Keine / *None*

#### Prüfungsmodalitäten / *Assessments*

Schriftliche Prüfung / *written exam*

<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>
Deutsch / German
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>
Bereitstellung eines ausführlichen Skripts und stichwortartiger Zusammenfassungsfolien für jede Vorlesung Weiterführende Literatur: <ul style="list-style-type: none"> <li>• K.-D. Kammeyer, Nachrichtenübertragung, Teubner, 2004.</li> <li>• H.D. Lueke, Signalübertragung, Springer Verlag, 1988.</li> <li>• J.G. Proakis, Digital Communications, McGraw Hill, 1995.</li> <li>• E.A. Lee und D.G. Messerschmitt, Digital Communication, Kluwer, 2002.</li> </ul>

## II.1.2 Informationstechnik

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Informationstechnik Katalog</b> <i>Information Technology Catalogue</i>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.1091
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	1 Kurs oder wahlweise 2 Kurse aus der folgenden Liste <i>1 course or optionally 2 courses out of the following catalogue</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemente digitaler Kommunikationssysteme / <i>Elements of Digital Communication Systems</i></li> <li>• Zeitdiskrete Signalverarbeitung / <i>Discrete-Time Signal Processing</i></li> <li>• Optische Informationsübertragung</li> <li>• Introduction to Algorithms</li> <li>• Probability for Engineers</li> </ul>
Semester	5., 6. / <i>5<sup>th</sup>, 6<sup>th</sup> semester</i>
Modulart <i>Module type</i>	Wahlpflichtmodul <i>Compulsory elective module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Hüb-Umbach, Reinhold, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch und Englisch / <i>German and English</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2U je Lehrveranstaltung <i>2L / 2Ex per course</i>
Kreditpunkte / <i>Credits ECTS</i>	6
Lernziele <i>Learning objectives</i>	Der Katalog Informationstechnik enthält eine Reihe von Kursen aus dem Bereich der Informationstechnik, die Studierenden einen tiefergehenden Einblick in moderne informa-

	<p>tionstechnische Systeme und Entwurfsverfahren geben, sei es aus dem Bereich der Kommunikationstechnik, der Signalverarbeitung, der Programmierung oder der Signaltheorie.</p> <p><i>The module Information Technology Catalogue deepens the knowledge and expertise in the field of processing and transmission of information. By choosing a course of the catalogue students will be given more detailed insight into a specific discipline, be it in the field of digital communications, signal processing, software engineering or signal theory</i></p>
<b>Prüfungsmodalitäten</b> <b>Assessments</b>	1 mündliche oder 1 schriftliche Prüfung je Veranstaltung <i>1 oral or 1 written exam per course</i>

### Optische Informationsübertragung

<b>Modul / Module</b>	<b>Optische Informationsübertragung</b> <b>Optical Information Transmission</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.10903
Koordinator / Coordinator	Noé, Reinhold, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Optische Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik <i>Optical Communication and High-Frequency Engineering</i>
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 0h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 0h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://ont.uni-paderborn.de/index.php?2177">http://ont.uni-paderborn.de/index.php?2177</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Veranstaltung Optische Informationsübertragung (4 SWS, 6 Leistungspunkte) gibt einen Einblick in die moderne optische Informationsübertragung, auf der Internet und Telefonnetz weitgehend beruhen. Dabei werden Kenntnisse für ultra-breitbandige Kommunikationssysteme vermittelt, denn jeder Lichtwellenleiter ist rund 1000mal so breitbandig wie die leistungsfähigsten Satelliten im Mikrowellenbereich. Die optische Nachrichtenübertragung selbst wird durch den Wellenaspekt der elektromagnetischen Strahlung beschrieben, Emission, Verstärkung, ggf. Umwandlung und Absorption von Photonen dagegen durch den Teilchenaspekt. Aus diesem Dualismus und Grundkenntnissen in Nachrichtentechnik und Elektronik wird das Verständnis optischer Datenübertragungsstrecken entwickelt. Besondere Bedeutung haben Wellenlängenmultiplexsysteme mit hoher Kapazität – mög-</p>	

lich sind >10 Tbit/s oder transozeanische Streckenlängen.

*The course Optical Information Transmission (4 SWS, 6 credits) introduces into modern optical communications on which internet and telephony rely. This lecture will impart also knowledge on ultra-broadband communication systems. Every optical waveguide is about 1000 times as broadband as most efficient microwave communication satellites. Optical transmission can be explained by the wave model whereas effects like emission, absorption and amplification of photons are modeled by the particle aspect. This dualism and basic knowledge of communications and electronics lead to an understanding of optical communications. Wavelength multiplex has an eminent importance because of it's high capacity beyond 10Tbit/s or transoceanic spans.*

#### Inhalt / Contents

Optische Informationsübertragung (4 SWS, 6 Leistungspunkte): Diese Veranstaltung vermittelt ausgehend von den Grundlagen wie Maxwell-Gleichungen die Wellenausbreitung, ebenso Begriffe wie Polarisation und Führung von elektromagnetischer Wellen durch dielektrische Schichtwellenleiter und kreiszylindrische Wellenleiter, zu denen auch die Lichtwellenleiter (Glasfasern) gehören. Weiterhin werden Begriffe wie Dispersion und deren Auswirkung auf die Übertragung vermittelt. Darüber hinaus werden Komponenten wie Laser, Photodioden, optische Verstärker, optische Empfänger und Regeneratoren erläutert, ebenso Modulation und Signalfomate wie Wellenlängenmultiplex. Hierbei werden die wichtigsten Zusammenhänge vermittelt.

*Optical Information Transmission (4 SWS, 6 credits): This course explains the wave propagation by Maxwell's equations as well as terms as polarization and wave guiding by dielectric parallel waveguides and cylindrical waveguides as optical fibers. Furthermore, items as dispersion are explained and their effects on transmission. Beyond this, components like lasers, photodiodes, optical amplifiers and optical receivers and regenerators will be dealt with as well as modulation and signal formats like wavelength multiplex as an effective technique for broadband transmission. In this lecture, the most important contexts will be given.*

#### Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences

##### **Fachliche Kompetenzen / Professional Competence**

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

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

##### **Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills**

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

##### **Fachliche Kompetenzen / Professional Competence**

*After attending the course, the students will be able to*

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

- *apply knowledge of optoelectronics*

### **Fachübergreifende Kompetenzen / (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*

### **Methodische Umsetzung / Implementation**

- *Vorlesungen mit Folien-Präsentation,*
- *Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner*
- *Lectures using presentations via transparencies,*
- *Exercise classes with exercise sheets and demonstrations on computer.*

### **Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik, Physik und Grundlagen der Elektrotechnik.

*Prior knowledge from the modules Higher Mathematics, Physics, and the Foundations of Electronics.*

### **Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Optische Informationsübertragung ist identisch mit der Optische Nachrichtentechnik A (anderes Modul Modul Optoelektronik)

*The course Optical Information Transmission is identical with Optical Communications A (belonging to different module Optoelectronics)*

### **Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Mündliche Prüfung / *oral exam*

### **Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch / *German*

### **Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

Literatur:

R. Noé, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer-Verlag, 2010

Skript für einen Großteil der Vorlesungen Optische Nachrichtentechnik A, B, C, D sowie Optische Informationsübertragung, nur englisch

*Literature:*

*R. Noé, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer-Verlag, 2010*

*Scriptum for a major part of the lectures Optial Communications A, B, C, D as well an Optical Transmission technlogy, English only*

## Introduction to Algorithms

Modul /  
Module

**Introduction to Algorithms**

Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.10907
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Hellebrand, Sybille, Prof. Dr. rer. nat.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Fachgebiet Datentechnik <i>Computer Engineering Group</i>
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 45h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 135h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 180h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://www.date.uni-paderborn.de">http://www.date.uni-paderborn.de</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
Der Kurs gibt eine Einführung in Entwurf und Analyse von Algorithmen.  <i>The course gives an introduction into the design and analysis of algorithms.</i>	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
Sortieralgorithmen, Grundlegende Datenstrukturen, Graphen und Graphenalgorithmen, Entwurf und Analyse von Algorithmen (Problemkomplexität, Laufzeit und Speicherplatzkomplexität von Algorithmen, exakte und heuristische Lösungen, probabilistische Ansätze)  <i>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)</i>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>	
<b>Fachkompetenz / <i>Domain competence:</i></b>	
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen zu beschreiben und zu erklären,</li> <li>• die behandelten Verfahren selbständig auf neue Beispiele anzuwenden,</li> <li>• die gefundenen Lösungen bezüglich Laufzeit zu analysieren und zu bewerten,</li> <li>• die entwickelten Algorithmen zu in einer modernen objektorientierten Programmiersprache zu implementieren.</li> </ul>	
<i>After attending the course, the students will be able</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>to describe and explain basic algorithms and data structures,</i></li> <li>• <i>to apply them to new problems,</i></li> <li>• <i>to analyze and evaluate the developed solutions with respect to run time,</i></li> <li>• <i>to implement the developed algorithms in a modern object oriented programming language.</i></li> </ul>	

**Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

Die Studierenden können

- die trainierten Problemlösungsstrategien disziplinübergreifend einsetzen
- Lösungen im Team erarbeiten und umsetzen
- die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen.

*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.*

**Methodische Umsetzung / Implementation**

- Vorlesung mit Übung (teilweise am Rechner)
- Programmierprojekt
- *Lecture combined with lab course (partly with hands-on programming exercises)*
- *Programming project*

**Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Mathematische Grundlagen (z.B. asymptotisches Verhalten von Funktionen, Wahrscheinlichkeiten)

*Mathematical basics (e.g. asymptotic behavior of functions, probabilities)*

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Grundlage für weiterführende Veranstaltungen im Zweig „Signal and Information Processing“

*Basis for advanced courses in specialization “Signal and Information Processing”*

**Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Mündliche Prüfung oder Klausur

*Oral or written exam*

**Unterrichtssprache / Teaching Language**

Englisch / *English*

**Lehrmaterialien, Literaturangaben / 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
- Kopien der Vorlesungsfolien / Handouts of Lecture Slides

## II.1.3 Schaltungstechnik

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Schaltungstechnik</b> <i>Circuit Design</i>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.1102
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	Schaltungstechnik <i>Circuit Design</i>
Semester	5. Semester / <i>5. semester</i>
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul <i>Compulsory module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Hilleringmann, Ulrich, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2 U 2L + 2 Ex
Kreditpunkte / Credits ECTS	5
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können die Studierenden grundlegende analoge und digitale elektronische Schaltungen entwickeln, ihr Zeitverhalten berechnen und zu komplexeren Schaltungen zusammensetzen.</p> <p><i>After successful participation in this module the students will be able to develop basic analogue and digital electronic circuits, to describe the time behavior of the circuits and to combine basic circuits to large circuitries.</i></p>
Prüfungsmodalitäten <i>Assesments</i>	1 schriftliche Prüfung <i>1 written exam</i>

### Schaltungstechnik

<b>Modul /</b> <i>Module</i>	<b>Schaltungstechnik</b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.11001
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Scheytt, Christoph, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Schaltungstechnik

Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 60h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 90h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 150h
Leistungspunkte / Credits	5
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www.hni.uni-paderborn.de/sct/lehre/schaltungstechnik/">http://www.hni.uni-paderborn.de/sct/lehre/schaltungstechnik/</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Vorlesung führt in die Analyse und den Entwurf analoger und digitaler Schaltungen ein und lehrt den Umgang mit rechnergestützten Simulations- und Entwurfswerkzeugen. Sie baut auf den Vorlesungen „Halbleiterbauelemente“ und „Werkstoffe der Elektrotechnik“ auf. Analoge und digitale Schaltungen bilden heutzutage eine Grundlage fast aller technischen Systeme und ermöglichen insbesondere den Fortschritt in der Informations- und Kommunikationstechnik.</p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>Die grundlegenden Entwurfstechniken für den methodischen Entwurf analoger und digitaler elektronische Schaltungen werden vermittelt. Die Vorlesung behandelt die folgenden Themenbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse- und Entwurfsmethoden analoger Systeme</li> <li>• Analyse- und Entwurfsmethoden digitaler Systeme</li> <li>• Grundsaltungen der Analog- und Digitaltechnik</li> <li>• Modellierung und numerische Simulation von Analog- und Digitalschaltungen</li> <li>• Typische Komponenten und Sub-Systeme</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>Im Rahmen der Übung werden Schaltungen berechnet und unter Verwendung moderner rechnergestützter Entwurfswerkzeuge analysiert bzw. simuliert.</p>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<p><b>Fachliche Kompetenzen</b></p> <p>Der Studierende wird in der Lage sein,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse- und Entwurfsmethoden für analoge Systeme zu verstehen und zu beschreiben,</li> <li>• Analyse- und Entwurfsmethoden für digitale Systeme zu verstehen und zu beschreiben,</li> <li>• die Begrenzungen der verschiedenen Methoden zu beurteilen,.</li> <li>• das Verhalten einfacher analoger und digitaler Schaltungen zu verstehen und zu berechnen,</li> <li>• die Schritte bei der numerischen Simulation und des digitalen und analogen Schaltungsentwurfs zu beschreiben und</li> <li>• typische Komponenten und Subsysteme zu beschreiben.</li> </ul>	
<p><b>Fachübergreifende Kompetenzen</b></p> <p>Die Vorlesung vermittelt ein Verständnis des Zusammenspiels von unterschiedlichen Modellierungsverfahren, mathematischen Analyse-Ansätzen und Simulationstechniken, und wie diese effektiv</p>	

für den Entwurf technischer Systeme einzusetzen sind. Die Methoden des Entwurfs analoger elektronischer Systeme sind übertragbar auf den Entwurf zeit- und amplitudenkontinuierlicher Systeme. Die Methoden des Entwurfs digitaler elektronischer Systeme sind übertragbar auf den Entwurf von zeit- und amplitudendiskreten Systemen.

**Methodische Umsetzung / Implementation**

- Vorlesung auf Basis von Powerpoint-Präsentation und Beamer
- Übung zu einem Teil als Rechenübung auf handschriftlicher Basis mit Tablet und Beamer
- Übung zum andern Teil als Praxisübung unter Nutzung von LTspice zur Schaltungssimulation

**Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Vorlesungen „Halbleiterbauelemente“ und „Werkstoffe der Elektrotechnik“.

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

**Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Schriftliche Prüfung / *written exam*

**Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch / *German*

**Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

Bereitstellung der Folien zur Vorlesung

Literatur:

- R. C. Jaeger, T. N. Blalock, Microelectronic Circuit Design, McGraw-Hill
- N. Weste, D. M. Harris, CMOS VLSI Design, Addison-Wesley

## II.1.4 Mikrosystemtechnik

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Mikrosystemtechnik-Katalog</b> <i>Micro Systems Technologies Catalogue</i>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.1101
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	1 Kurs oder wahlweise 2 Kurse aus der folgenden Liste / <i>1 course or optionally 2 courses out of the following catalogue</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurf mikroelektronischer Systeme / <i>Design of Micro-electronic Systems</i></li> <li>• Qualitätssicherung für mikroelektronische Systeme / <i>Quality Assurance for Micro-Electronic Systems</i></li> <li>• Einführung in die Hochfrequenztechnik / <i>Introduction to High-Frequency Engineering</i></li> <li>• Halbleiterprozesstechnik / <i>Semiconductot</i></li> </ul>

	<i>Device Integration</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrosystemtechnik / <i>Micro Systems</i></li> </ul>
Semester	5. und 6. Semester / <i>5. and 6. semester</i>
Modulart <i>Module type</i>	Wahlpflichtmodul <i>Compulsory elective module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Hilleringmann, Ulrich, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch und Englisch / <i>German and English</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2U je Lehrveranstaltung 2L + 2Ex per course
Kreditpunkte / Credits ECTS	6 je Lehrveranstaltung <i>6 per course</i>
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>Der Katalog „Mikrosystemtechnik“ beinhaltet verschiedene Vorlesungen zum Entwurf, zur Herstellung und zur Qualitätskontrolle von mikroelektronischen bzw. mikrosystemtechnischen Sensoren, Bauelementen, Schaltungen und Systemen. Die Studierenden sollen in ihrer jeweiligen Vertiefungsrichtung das Vorgehen im Bereich der Systemtechnik unter Berücksichtigung der Zuverlässigkeit und Testbarkeit erläutern können.</p> <p><i>The catalogue "Micro systems technologies" includes different lectures out of the areas design, integration and quality control of microelectronic and microsystems sensors, devices, circuits and systems. The students shall be able to explain the methods of the chosen lectures of the systems integration technique with aspects of reliability and testability.</i></p>
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	1 mündliche oder 1 schriftliche Prüfung je Veranstaltung <i>1 oral or 1 written exam per course</i>

### Entwurf mikroelektronischer Systeme

Modul / <i>Module</i>	Entwurf mikroelektronischer Systeme
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.11002
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Scheytt, Christoph, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Schaltungstechnik <i>System and Circuit Technology</i>

Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 60h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www.hni.uni-paderborn.de/sct/lehre/entwurf-mikroelektronischer-systeme/">http://www.hni.uni-paderborn.de/sct/lehre/entwurf-mikroelektronischer-systeme/</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Veranstaltung Entwurf mikroelektronischer Systeme behandelt den Entwurf und den Test komplexer System-On-Chip-Architekturen auf der Basis von Hardware-Beschreibungssprachen. Es werden die grundlegenden Methoden vermittelt, die aktuell auch industriell eingesetzt werden, um mikroelektronische Bausteine mit mehreren Millionen Transistoren zu realisieren.</p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>Aufbauend auf einer Einführung in die unterschiedlichen Abstraktionsebenen des Systementwurfs erfolgt eine Einführung in den Entwurfsablauf von hochintegrierten digitalen Schaltungen. Darauf aufbauend werden die verschiedenen Entwurfsstile von VLSI-Schaltungen (VLSI = Very Large Scale Integration) und ihre Anwendungsgebiete behandelt. Im Hauptteil der Vorlesung werden CMOS-Halbleitertechnologien, die CMOS-Schaltungstechnik und der optimale Entwurf von digitalen CMOS-Schaltungen unter den Gesichtspunkten Verlustleistung, Verzögerungszeiten, Taktgeschwindigkeit, Robustheit und Kosten behandelt. Schließlich werden ausgesuchte wichtige Teilkomponenten und Konzepte von komplexen digitalen Schaltungen behandelt, wie z.B. die Takterzeugung und -verteilung, I/O-Schaltungen und grundlegende Testkonzepte und -Schaltungen.</p> <p>In den Praxisübung werden die in der Vorlesung vermittelten Methoden praktisch angewandt. Auf Basis der Hardwarebeschreibungssprache VHDL bzw. Verilog werden im Rahmen einer konkreten Aufgabenstellung mikroelektronische Schaltungen spezifiziert, entworfen und mit Hilfe von FPGAs (Field-Programmable Gate Arrays) in realen Systemumgebungen getestet. Die Aufgabenstellung für die Praxisübung ist z. Zt. die Entwicklung einer Funkuhr auf Basis eines DCF-77-Funkmoduls und eines FPGA-Boards.</p>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<p><b>Fachliche Kompetenzen</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe mikroelektronische Systeme auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen zu beschreiben,</li> <li>• problemorientiert geeignete Modelle und Modellierungsverfahren für die Simulation und die Synthese von Schaltungen auszuwählen sowie</li> <li>• die Methoden zur Schaltungsspezifikation, -simulation und -synthese anzuwenden, um selbstständig einfache mikroelektronische Schaltungen zu entwickeln.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können ihre gewonnenen Erkenntnisse und Arbeitsergebnisse einem Fachpublikum präsentieren,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, unter eigener Kontrolle ihres Erkenntnisfortschritts kontinuierlich an einer Problemstellung zu arbeiten</li> </ul>
<b>Methodische Umsetzung / Implementation</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen, überwiegend mit Powerpoint-Präsentationen und Beamer</li> <li>• Handschriftliche Herleitungen auf Tablet und Beamer</li> <li>• Praxisübung in Form eines konkreten Projektes</li> </ul>
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</b>
Keine / None
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules</b>
Keine / None
<b>Prüfungsmodalitäten / Assessments</b>
Mündliche Prüfung / oral exam
<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>
Deutsch / German
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>
Bereitstellung der Folien zur Vorlesung; Hinweise auf Lehrbücher werden noch bekannt gegeben.
<b>Bemerkungen / Comments</b>
Voraussetzung für die Zulassung zur mündlichen Prüfung ist die Teilnahme an der Praxisübung inklusive Abgabe eines kurzen Projektberichtes.

### Einführung in die Hochfrequenztechnik

<b>Modul / Module</b>	<b>Einführung in die Hochfrequenztechnik Introduction to High-Frequency Engineering</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.11004
Koordinator / Coordinator	Thiede, Andreas, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Höchstfrequenzelektronik High-Frequency Electronics
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / Time of attendance: 60h Selbststudium / Self-study: 120h Ges. Arbeitspensum / Total workload: 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://groups.uni-paderborn.de/hfe/lehre/hft.html">http://groups.uni-paderborn.de/hfe/lehre/hft.html</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester winter semester
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
Die Lehrveranstaltung Einführung in die Hochfrequenztechnik vermittelt Grundkenntnissen der Hochfrequenztechnik insbesondere mit Bezug auf die leitungsgebundene Signalausbreitung auf Leiterplatten und in integrierten Schaltkreisen, die für den Entwurf elektronischer Schaltungen bei	

hohen Frequenzen sowie in den weiterführenden Lehrveranstaltungen Hochfrequenztechnik, Optische Nachrichtentechnik und Hochfrequenzelektronik benötigt werden.

*The course Introduction to High-Frequency Engineering provides basic knowledge of high-frequency engineering in particular with respect to signal propagation along transmission lines on circuit boards and integrated circuits. This knowledge is prerequisite for the continuative courses High-Frequency Engineering, Optical Communication, and High-Frequency Electronics.*

#### Inhalt / Contents

Im ersten Teil der Veranstaltung Einführung in die Hochfrequenztechnik werden ausgehend von konkreten Wellenleiterstrukturen die primären Leitungskonstanten sowie ein Ersatzschaltbild eingeführt und auf dieser Grundlage die Telegraphengleichung für verschiedene Randbedingungen gelöst. Speziell werden stationäre Prozesse und verlustlose Leitungen betrachtet sowie das Leitungsdiagramm eingeführt. Die gewonnenen Erkenntnisse werden zur Dimensionierung von Schaltungen aus verteilten und konzentrierten Elementen, insbesondere von Anpassnetzwerken eingesetzt.

Im zweiten Teil der Veranstaltung werden hochfrequenztechnische Aspekte der Netzwerktheorie behandelt. Insbesondere werden Schaltungen aus verteilten und konzentrierten Elementen mit Hilfe der Streuparameter einheitlich beschrieben, auf deren Grundlage klassifiziert und Gewinndefinitionen abgeleitet.

*In the first part of the course Introduction to High-Frequency Engineering, an equivalent circuit together with primary transmission line parameter is introduced. The resulting telegraph equation is solved for various boundary conditions. In particular, stationary processes and lossless transmission lines are considered and the Smith diagram is introduced. The gained knowledge is used to dimension circuits comprising distributed and lumped components, in particular matching networks.*

*In the second part, high-frequency aspects of circuit theory are covered. In particular, circuits comprising distributed and lumped elements are consistently described and classified by scattering parameters, and gain definitions are derived.*

#### Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences

##### **Fachkompetenz / Domain competence:**

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

- passive Schaltungen aus verteilten und konzentrierten Elementen zu beschreiben,
- zu analysieren
- und zu entwerfen.

*After attending the course, the students will be able to*

- *describe circuits comprising distributed and lumped components,*
- *to analyze,*
- *and to design the latter.*

##### **Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

Die Studierenden

- können methodisches Wissen bei der systematischen Problemanalyse einsetzen,
- lernen das industrieübliche CAD-System ADS kennen
- und erwerben fachbezogene Fremdsprachenkompetenz.

<i>The students</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>can use of methodic knowledge for systematic problem analysis,</i></li> <li>• <i>get familiar with the CAD system ADS, which is commonly used in industry</i></li> <li>• <i>and gain foreign language competences related to the field.</i></li> </ul>	
<b>Methodische Umsetzung / Implementation</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, unterstützt durch Animationen und Folien,</li> <li>• Präsenzübungen mit Aufgabenblättern, deren Lösungen die Studierenden in der Übung gemeinsam und mit Unterstützung des Übungsleiters, teilweise unter Einsatz von CAD-Software erarbeiten.</li> <li>• <i>Lectures with black board presentation, supported by animated graphics and transparencies,</i></li> <li>• <i>Presence exercises with task sheets to be solved by the students together, supported by the teacher, and partially using CAD software.</i></li> </ul>	
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</b>	
Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik und Grundlagen der Elektrotechnik.	
<i>Prior knowledge from the modules Higher Mathematics and Foundations of Electrical Engineering.</i>	
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules</b>	
Keine / None	
<b>Prüfungsmodalitäten / Assessments</b>	
Mündliche Prüfung / oral exam	
<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>	
Deutsch / German	
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>	
A. Thiede, Einführung in die Hochfrequenztechnik, Vorlesungsskript Universität Paderborn	
weiterführende und vertiefende Literatur / continuative and deepening literature	
P. Vielhauer, Lineare Netzwerke, Verlag Technik und Hüthig (65 YCF 1469)	
M. Hoffmann, Hochfrequenztechnik, Springer Verlag (51 YDA 1913)	
O. Zinke, H. Brunswig, Hochfrequenztechnik, Bd.1+2, Springer Verlag (51 YDA 1086)	
G. Gonzalez, Microwave Transistor Amplifiers, Prentice Hall (51 YEP 3142)	
P.C.L. Yip, High-Frequency Circuit Design and Measurements, Chapman&Hall (51 YDA 1751)	
R.E. Collin, Foundations for Microwave Engineering, Mc Graw-Hill (51 YGA 1240)	

## Mikrosystemtechnik

<b>Modul / Module</b>	<b>Mikrosystemtechnik Microsystems</b>
Veranstaltungsnummer /	L.048.11006

Course ID	
Koordinator / Coordinator	Hilleringmann, Ulrich, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Fachgebiet Sensorik Sensor Technology Group
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / Time of attendance: 0h Selbststudium / Self-study: 0h Ges. Arbeitspensum / Total workload: 0h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://Sensorik.uni-paderborn.de/lehre">http://Sensorik.uni-paderborn.de/lehre</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester winter semester
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Lehrveranstaltung „Mikrosystemtechnik“ behandelt Bauelemente, die mit mikrotechnischen Fertigungsverfahren, bekannt aus der Halbleiterprozess-technik, hergestellt werden. Dazu gehören verschiedene Sensorsysteme wie Beschleunigungs-, Druck-, Drehraten- und Neigungssensoren. Des Weiteren werden Aktoren und Drucksysteme vorgestellt.</p> <p><i>The course “Microsystems” focuses on the electronic components and systems, which are produced by using the semiconductor process technology. These include various sensor systems like acceleration sensors, pressure sensors, rotation-rate and tilt sensors. Furthermore, actuators and printing systems are presented.</i></p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>Im einzelnen werden die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigungstechnologien</li> <li>• Sensoren</li> <li>• Aktoren</li> <li>• Passive Bauelemente</li> </ul> <p><i>In detail the following topics are covered:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Process Technology</i></li> <li>• <i>Sensors</i></li> <li>• <i>Actuators</i></li> <li>• <i>Passive Circuit Elements</i></li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<p><b>Fachliche Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Konzepte und Fertigungstechnologien zur Herstellung von Mikrosystemen zu beschreiben.</li> <li>• die grundlegende Funktion verschiedener Sensorsysteme zu beschreiben</li> <li>• die Funktion und den Aufbau von Aktoren und passiven Bauelementen zu erläutern</li> </ul>	

## Fachübergreifende Kompetenzen

Die Studierenden können

- die trainierten Problemlösungsstrategien disziplinübergreifend einsetzen,
- ihre Lösungen den anderen Teilnehmern präsentieren und
- die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen.

## Professional Competences

*After attending the course, the students will be able*

- *to describe the semiconductor process technology for Microsystems*
- *to explain the operational principle of sensor devices*
- *to explain the operational principle of actuators and passive circuit elements*

## (Soft) Skills

*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.*

## Methodische Umsetzung / Implementation

- Vorlesung mit Beamer und Tafel
- Präsenzübungen in kleinen Gruppen mit Übungsblättern zu den theoretischen Grundlagen, Präsentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer
- *Lecture based on slide presentation, extensions on blackboard*
- *Exercises in small groups based on exercise sheets with students presenting their own solutions*

## Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites

Wünschenswert: Halbleiterbauelemente

*Semiconductor Devices*

## Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules

Keine / None

## Prüfungsmodalitäten / Assessments

Mündliche Prüfung / oral exam

## Unterrichtssprache / Teaching Language

Deutsch und Englisch / German and English

## Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature

- Vorlesungsfolien / Handouts of lecture slides
- Völklein, Zetterer, Einführung in die Mikrosystemtechnik
- Hilleringmann: Mikrosystemtechnik: Prozessschritte, Technologien, Anwendungen
- Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien auf der Webseite / Additional links to books and other material available at the webpage

*Additional links to books and other material available at the webpage*

## II.1.5 Regelungstechnik

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Regelungstechnik</b> <i>Control Engineering</i>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.1112
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	Regelungstechnik A <i>Control Engineering A</i>
Semester	5. / <i>5th</i>
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul <i>Compulsory module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Quevedo, Daniel, Prof. Dr.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2U <i>2L / 2Ex</i>
Kreditpunkte / Credits ECTS	5
Lernziele <i>Learning objectives</i>	In der Veranstaltung „Regelungstechnik“ sollen die Studierenden die prinzipiell unterschiedlichen Verhaltensweisen rückgekoppelter und nicht rückgekoppelter Systeme beurteilen sowie die Beschreibung realer technischer Systeme durch abstrakte Konstrukte wie Übertragungsfunktionen und Zustandsdifferentialgleichung verstehen und vergleichen können.
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	1 schriftliche Prüfung <i>1 written exam</i>

### Regelungstechnik A

Modul / <i>Module</i>	<b>Regelungstechnik (A)</b> <b>Control Engineering (A)</b>
Veranstaltungsnummer /	L.048.11101

Course ID	
Koordinator / Coordinator	Quevedo, Daniel, Prof. Dr.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Regelungs- und Automatisierungstechnik Automatic Control Group
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / Time of attendance: 0h Selbststudium / Self-study: 0h Ges. Arbeitspensum / Total workload: 0h
Leistungspunkte / Credits	5
Modulseite / Module Homepage	
Zeitmodus / Semester	Wintersemester winter semester
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Lehrveranstaltung Regelungstechnik A ist ein zentrales Fach des Moduls Automatisierungstechnik. Sie beschäftigt sich mit den grundlegenden Begriffen und Eigenschaften sowie der Analyse und dem Entwurf rückgekoppelter Systeme. Der einführende Charakter der Vorlesung bedingt die Beschränkung auf lineare einschleifige Regelkreise, an denen exemplarisch die Begriffe und Verfahren der Analyse und Synthese rückgekoppelter Systeme verdeutlicht werden.</p> <p>Die Lehrveranstaltung stellt auch ein Fundament dar für eine weitergehende Vertiefung in Richtung Regelungstheorie.</p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>Die Lehrveranstaltung Regelungstechnik befasst sich mit der Beschreibung, der Analyse und dem Entwurf von linearen dynamischen Systemen:</p> <p>In einem einführenden Teil wird zunächst die mathematische Beschreibung der Dynamik von Systemen an ausgewählten Beispielen erklärt, um daraus eine einheitliche Darstellung der mathematischen Modelle abzuleiten. Es folgt die Analyse des dynamischen Verhaltens anhand der mathematischen Modelle: Ruhelagen, Eigenbewegungen und erzwungene Bewegungen und eine Beschreibung des Eingangs-Ausgangsverhaltens mit Hilfe von Übertragungsfunktionen. Dies führt auf die Definition der Stabilität und auf Kriterien zu ihrer Beurteilung sowie auf den Frequenzgang und seine grafische Darstellung. Die Lehrveranstaltung schließt mit dem Entwurf von Regelkreisen.</p>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<b>Fachliche Kompetenzen / Professional Competence</b>	
<p>Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das dynamische Verhalten von Systemen aus unterschiedlichen Disziplinen mathematisch durch abstrakte Konstrukte wie Übertragungsfunktionen zu beschreiben,</li> <li>• das dynamische Verhalten von rückgekoppelten und nicht rückgekoppelten Systemen mathematische Modelle zu vergleichen und</li> <li>• für das Einstellen einer vorgegebenen Regelkreisdynamik geeignete Regler zu entwerfen.</li> </ul>	
<b>Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills</b>	

Die Studierenden
<ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse und Synthese einsetzen und</li> <li>• sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden</li> </ul>
<b>Methodische Umsetzung / <i>Implementation</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation umfangreicher Zusammenhänge,</li> <li>• Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner.</li> </ul>
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / <i>Prerequisites</i></b>
Vorkenntnisse aus dem Modul Signal- und Systemtheorie werden erwartet
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / <i>Related and overlapping modules</i></b>
Keine / <i>None</i>
<b>Prüfungsmodalitäten / <i>Assessments</i></b>
Schriftliche Prüfung / <i>written exam</i>
<b>Unterrichtssprache / <i>Teaching Language</i></b>
Englisch / <i>English</i>
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / <i>Teaching Material, Literature</i></b>
Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung werden noch bekannt gegeben.

## II.1.6 Automatisierungstechnik

<b>Modulname <i>Name of module</i></b>	<b>Automatisierungstechnik-Katalog <i>Automation Technology Catalogue</i></b>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.1111
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	1 Kurs oder wahlweise 2 Kurse aus der folgenden Liste/ <i>1 course or optionally 2 courses out of the following catalogue</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrielle Messtechnik / <i>Industrial Measurement Engineering</i></li> <li>• Elektrische Antriebstechnik / <i>Electrical Drives</i></li> <li>• Regenerative Energien / <i>Renewable Energies</i></li> <li>• Mechatronik kognitiver Robotersysteme / <i>Mechatronics of Cognitive Robots</i></li> </ul>
Semester	5., 6. / <i>5th, 6th</i>
Modulart <i>Module type</i>	Wahlpflichtmodul <i>Compulsory elective module</i>

Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Gausch, Felix, Prof. Dr. techn.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch und Englisch / <i>German and English</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2U je Lehrveranstaltung <i>2L / 2Ex per course</i>
Kreditpunkte / Credits ECTS	6 je Veranstaltung / <i>6 per course</i>
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>In der Veranstaltung „Industrielle Messtechnik“ sollen die Studierenden die grundlegenden Methoden und technischen Geräte zur Erfassung elektrischer und nichtelektrischer Prozessgrößen darstellen und zur sachgerechten Lösung messtechnischer Probleme anwenden können.</p> <p>In der Vorlesung „Elektrische Antriebstechnik“ werden Grundkenntnisse über Wirkprinzipien, Aufbau und Betriebsweisen elektrischer Antriebe vermittelt, die notwendig sind, das Zusammenwirken mit anderen Komponenten eines Automatisierungssystems zu verstehen. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, einen Antrieb nach vorgegebenen Anforderungen auswählen und bemessen zu können.</p> <p>In der Vorlesung „Regenerative Energien“ sollen die Gründe für den Einsatz regenerativer Energien – die Endlichkeit von fossilen Energieträgern sowie die mit ihrer Verbrennung einhergehenden Umweltproblematiken – vermittelt werden. Die Studierenden sollen einen Wandel in der Energieversorgung beurteilen können.</p> <p>Ziel der Veranstaltung „Mechatronik kognitive Robotersysteme“ ist die Vermittlung eines grundlegenden Verständnisses von modernen Roboterarchitekturen und die Qualifikation der Studierenden, an diesen mitzuarbeiten.</p> <p><i>The aim of the course „Mechatronics of Cognitive Robot Systems“ is to impart fundamental understanding of modern robot architectures and to qualify the students for further development.</i></p>
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	1 schriftliche oder 1 mündliche Prüfung je Veranstaltung <i>1 written or 1 oral exam per course</i>

## Elektrische Antriebstechnik

Modul / <i>Module</i>	<b>Elektrische Antriebstechnik</b> <b><i>Electrical Drives</i></b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.11102
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Böcker, Joachim, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Fachgebiet Leistungselektronik und Elektrische Antriebstechnik <i>Power Electronics and Electrical Drives</i>
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 60h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 180h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://www.lea.upb.de">http://www.lea.upb.de</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
<p>Die Lehrveranstaltung ist eine Wahlpflichtveranstaltung aus dem Modul Automatisierungstechnik des Bachelor-Studiengangs.</p> <p>Die Lehrveranstaltung Elektrische Antriebstechnik befasst sich mit modernen elektrischen Antrieben, die nicht nur elektrische in mechanische Leistung wandeln, sondern auch auf Grund ihrer stationären und dynamischen Steuerbarkeit in der Lage sind, die erforderlichen Kräfte, Drehmomente, Drehzahlen und Leistungen entsprechend den Erfordernissen des angetriebenen Prozesses bereitzustellen. Ein moderner elektrischer Antrieb besteht aus einem elektromechanischen Wandler (Motor), einem Stellglied (Leistungselektronik) zur Steuerung des Leistungsflusses und einem Regler. Je nach Anwendung kommen verschiedene Wirkprinzipien und unterschiedliche Bauformen zum Einsatz. Der Leistungsbereich steuerbarer elektrischer Antriebe reicht heute von einigen Milliwatt bis zu einigen hundert Megawatt.</p>	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antriebstechnische Aufgabenstellungen, typische Lastkennlinien</li> <li>• Drehmoment-Drehzahl-Anpassung durch Getriebe</li> <li>• Gleichstrommotor mit Speisung durch Tiefsetzsteller oder 4-Quadranten-Steller</li> <li>• Thyristor-Schaltungen</li> <li>• Wechsel- und Drehstromtransformatoren</li> <li>• Asynchronmotoren</li> <li>• Synchronmotor</li> <li>• Thermische Modellierung und thermisches Verhalten</li> <li>• Anwendungen aus Industrie und Verkehrstechnik</li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>	
<p><b>Fachkompetenz / <i>Domain competence:</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten verstehen der wichtigsten Typen elektrischer Antriebe und können sie den wichtigsten Einsatzbereichen zuordnen</li> <li>• Haben die wichtigsten Grundbegriffe verstanden und sind in der Lage, sich anhand der Literatur das Themengebiet weiter zu erschließen</li> </ul>	

<p><b>Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten lernen, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen</li> <li>• erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungen</li> </ul>
<p><b>Methodische Umsetzung / Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafelanschrieb im Wechsel mit teilweise vorbereiteten Präsentationen</li> <li>• Gruppenübungen mit vorbereiteten Übungsaufgaben</li> <li>• Teile der Veranstaltung werden als Rechnerübung angeboten</li> </ul>
<p><b>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</b></p> <p>GET-A, GET-B</p>
<p><b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules</b></p> <p>Keine / None</p>
<p><b>Prüfungsmodalitäten / Assessments</b></p> <p>Schriftliche Prüfung / <i>written exam</i></p>
<p><b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b></p> <p>Deutsch / <i>German</i></p>
<p><b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b></p> <p>Skript</p> <p><i>Lecture notes</i></p>

## II.2 Bachelor-Arbeit

<p><b>Bezeichnung</b> <i>Description</i></p>	<p><b>Bachelor-Arbeit</b> <i>Bachelor thesis</i></p>
<p>Lehrveranstaltungen <i>Courses</i></p>	<p>Die konkreten Inhalte der Bachelor-Arbeit 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 Bachelor-Arbeiten und dient der Förderung des Berufsfeld- und Arbeitsmarktbezugs und dem Erwerb von fachübergreifenden Kompetenzen.</p> <p><i>The concrete content of the bachelor thesis</i></p>

	<p>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 bachelor papers and serves to underline the relevance for the professional field and the employment market, and to support the acquisition of interdisciplinary competences.</p>
Semester	6. / 6th
Art Type	Wahlpflicht <i>Compulsory elective</i>
Betreuer Advisor	Hochschullehrerinnen bzw. Hochschullehrer des Instituts / Academic staff of the institute
Sprache / Language	Deutsch, Englisch / <i>German, English</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	<p>Die Bachelor-Arbeit ist eine selbstständig zu erstellende schriftliche Prüfungsarbeit. Sie kann auch in Form einer Gruppenarbeit zugelassen werden, wenn der als Prüfungsleistung zu bewertende Beitrag der einzelnen Kandidatin bzw. des einzelnen Kandidaten aufgrund der Angabe von Abschnitten, Seitenzahlen oder anderen objektiven Kriterien, die eine eindeutige Abgrenzung ermöglichen, deutlich unterscheidbar und bewertbar ist.</p> <p><i>The bachelor thesis is a written examination paper that must be completed without external help. 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.</i></p>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	<p>Die Aufgabenstellung soll so gestaltet werden, dass sie einschließlich der Vorbereitung eines Vortrags über die Arbeit einem Arbeitsaufwand von 360 Stunden entspricht und studienbegleitend bearbeitet werden kann.</p> <p><i>The task is to be defined so that the amount of work involved including the preparation of an oral presentation, corresponds to 360 hours and that the thesis can be written while the candidates continue their studies.</i></p>

Kreditpunkte / Credits ECTS	12
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>Mit der Bachelor-Arbeit hat die Absolventin bzw. der Absolvent gezeigt, dass sie bzw. er die Fähigkeit besitzt, innerhalb einer bestimmten Frist ein Problem der Elektrotechnik nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. In der Arbeit sind im Zuge des Studiums erworbene Kompetenzen, insbesondere fachlich-methodische Kompetenzen und gegebenenfalls fachübergreifende Kompetenzen, von der Absolventin bzw. vom Absolventen eingesetzt worden.</p> <p><i>By completing the bachelor 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.</i></p>
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	<p>Die Bachelor-Arbeit wird von zwei Prüfenden bewertet, wobei auch der Vortrag des Studierenden zu berücksichtigen ist.</p> <p><i>The bachelor thesis will be assessed by two examiners, also taking into account the oral presentation delivered by the student.</i></p>

## II.3 Gebiete Fachdidaktik und Bildungswissenschaft/ Berufspädagogik

### Vorbemerkungen (Version v3)

Im Rahmen des 2. Abschnitts des Bachelor-Studiums Elektrotechnik können die fachdidaktischen und bildungswissenschaftlichen/berufspädagogischen Anteile, die in den Zugangsvoraussetzungen zum Master-Studiengang für das Lehramt an Berufskollegs mit der Großen beruflichen Fachrichtung Elektrotechnik und der Kleinen beruflichen Fachrichtung Automatisierungstechnik oder Informationstechnik genannt sind, mit folgender Modulstruktur absolviert werden.

### Modultabelle

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltungen	ECTS
Nachrichtentechnik	1 Pflichtlehrveranstaltung	5
Schaltungstechnik	1 Pflichtlehrveranstaltung	5
Regelungstechnik	1 Pflichtlehrveranstaltung	5
Informations-, Mikrosystem-, Automatisierungstechnik	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
Seminar Informationstechnik / Automatisierungstechnik	1 Wahlpflichtveranstaltung	3
Fachdidaktik	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
Berufspädagogik	1 Wahlpflichtveranstaltung	7
Kompetenzentwicklung	nach Wahl der Studierenden	11
	Bachelor-Arbeit	12

### II.3.1 Bildungswissenschaften/Berufspädagogik

#### Kompetenzentwicklung

Kompetenzentwicklung					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
M.052.8110	330 h	11	2.- 3. Sem.	Wintersemester/ Sommersemester	1-2 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> <b>Variante A</b> an der Fakultät für Kulturwissenschaften: a) Vorlesung Unterricht und Allgemeine Didaktik b) Veranstaltung zu Diagnose und Förderung inklusive c) Orientierungspraktikum oder <b>Variante B</b> an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften: a) Modul Kompetenzentwicklung für LA BK Vorlesung mit integrierter Übung inklusive b) Orientierungspraktikum			<b>Kontaktzeit</b>  30 h 30 h  75 h	<b>Selbststudium</b>  30 h 240 h davon 80 h Kontakt mit Schule  255 h davon 80 h Kontakt mit Schule
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen</b> <b>Fachlich-inhaltliche Ziele:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Faktenwissen: <i>factual knowledge</i></li> </ul>				

	<p>Die Studierenden beobachten und reflektieren Kompetenzentwicklungsprozesse bei sich selbst und bei anderen. Sie analysieren Prozesse, die zum Aufbau und zur Entwicklung von Kompetenz führen. Sie beschreiben Kompetenz als Konstrukt anhand von unterschiedlichen Entwicklungstheorien. Sie analysieren Faktoren, die auf die individuelle wie kooperative Kompetenzentwicklung Einfluss haben. Mit Hilfe von Diagnoseinstrumente werden Entwicklungsprozesse beschrieben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Methodenwissen: methodic competence</i> Die Studierenden erfahren ihre individuelle wie auch kooperative Kompetenzentwicklung als gestalt- und steuerbarer Prozess. Mit Hilfe von Lernstrategien und -techniken wissenschaftlichen Arbeitens werden Werkzeuge zur eigenen Steuerung vermittelt und angewandt. Dabei kommen sowohl Strategien der primären Prozessgestaltung als auch der eigenständigen Regulation und Steuerung zum Einsatz.</li> <li>• <i>Transferkompetenz: transfer competence</i> Der bisherige Kompetenzerwerb wird unter Anwendung von Konzepten / Modellen und Theorien systematisch reflektiert, Bereiche mit Förderbedarf identifiziert, Instrumente und Strategien zur eigenen Entwicklung angewandt und Konzepte für die Gestaltung von Entwicklungskonzepten erstellt.</li> <li>• <i>Normativ-bewertendes Wissen: normative competence</i> Die systematische Auseinandersetzung sowohl mit dem eigenen Entwicklungsverlauf als auch mit Konzepten und Modellen aus der Theorie führt in die wissenschaftliche Grundhaltung forschenden Lernens ein. Durch den Abgleich sollen Studierende stärker die Verantwortung für ihre eigenen Entwicklungsverläufe übernehmen können.</li> </ul> <p><b>Spezifische Schlüsselkompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Problemanalyse</li> <li>➤ Informationsrecherche, -aufbereitung und -präsentation</li> <li>➤ individuelle Steuerung und Gestaltung des eigenen Kompetenzerwerbs</li> <li>➤ Gestaltung von Prozessen in Arbeitsteams</li> <li>➤ Integration von Medien als Werkzeuge für die Kompetenzentwicklung</li> </ul> <p><b>Orientierungspraktikum:</b> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ die Komplexität des schulischen Handlungsfelds aus einer professions-, lerner- und systemorientierten Perspektive zu erkunden,</li> <li>➤ erste Beziehungen zwischen bildungswissenschaftlichen/berufspädagogischen Theorieansätzen und konkreten pädagogischen Situationen herzustellen,</li> <li>➤ einzelne pädagogische Handlungssituationen, insbesondere solche mit dem Ziel des Erwerbs beruflicher Handlungskompetenz, mit zu gestalten und</li> <li>➤ Aufbau und Ausgestaltung von Studium und eigener professioneller Entwicklung reflektiert zu gestalten.</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Inhalt</b> Themen des Moduls sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kurzüberblick Lernen, Kompetenz und Lerntheorie</li> <li>➤ Lernen als Handlung</li> <li>➤ Kommunikation und Interaktion</li> <li>➤ Kompetenzentwicklung</li> <li>➤ Kompetenzdiagnose</li> <li>➤ Lebenslanges Lernen</li> <li>➤ Strukturen der Bildung und Bezug zur Kompetenzentwicklung</li> <li>➤ Grundlagen des selbstgesteuerten Lernens</li> <li>➤ Orientierungspraktikum</li> </ul>
<b>4</b>	<p><b>Lehrformen</b> Das Modul umfasst Seminare, Übungen, Tutorien und verschiedene Formen des Selbststudiums.</p>
<b>5</b>	<p><b>Gruppengröße</b> Einführung und Seminare: 50 TN</p>
<b>6</b>	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen</b> -</p>

7	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine
8	<b>Prüfungsformen</b> Bei Veranstaltungen in der Fakultät für Kulturwissenschaften: Es ist eine Prüfungsleistung in der Vorlesung und eine Prüfungsleistung in der Veranstaltung zu Diagnose und Förderung zu erbringen. Zu den Formen der Leistungserbringung vgl. Besondere Bestimmungen der PO, § 42. Bei Veranstaltungen in der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften: Zu den Prüfungsleistungen vgl. das Modulhandbuch der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften. Die Prüfungsleistung erfolgt in Form eines Portfolios.
9	<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Modulteilprüfungen sowie aktive und qualifizierte Teilnahme an den Veranstaltungen. Zu Formen der aktiven und qualifizierten Teilnahme vgl. § 42 Besondere Bestimmungen. Näheres zu Form und Umfang bzw. Dauer gibt die Lehrkraft zu Beginn der Veranstaltung bekannt.
10	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. Kremer / Prof. Dr. Ziegler / Prof. Dr. Sloane / Prof. Dr. Winther / Prof. Dr. Beutner

## Berufspädagogik

Berufspädagogik					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
M.052.8120	210 h	7	4.- 5. Sem.	Wintersemester/ Sommersemester	2 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b> <b>Variante A</b> an der Fakultät für Kulturwissenschaften: a) Berufliche Bildung als Forschungs- und Praxisfeld inkl. Übung b) Berufsfeldpraktikum  <b>oder</b>  <b>Variante B</b> an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften: a) Betriebliche Bildung für LA BK Vorlesung mit integrierter Übung inklusive Methodenreflektion b) Berufsfeldpraktikum			<b>Kontaktzeit</b>  45h    45h	<b>Selbststudium</b>  165 h <i>davon 60 h Praktikumskontakt</i>    165 h <i>davon 60 h Praktikumskontakt</i>
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen</b> <b>Fachlich-inhaltliche Ziele:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Faktenwissen: factual knowledge</i>            A: Die Studierenden kennen zentrale Fragestellungen, Analyseperspektiven und -methoden der Berufsbildungsforschung, sie kennen die unterschiedlichen Teilbereiche des beruflichen Bildungssystems, sie kennen die je spezifischen institutionellen und organisationalen Strukturen und die Bedingungen für deren Herausbildung und sie erkennen Phänomene des Wandels             B: Die Studierenden können berufliche Ausbildungssituationen planen, durchführen und kontrollieren. Die Studierenden berücksichtigen Besonderheiten des betrieblichen Umfelds. Sie lernen Instrumente, Methoden und Medien der betrieblichen Bildungsarbeit kennen. Sie können Institutionen der beruflichen Bildung unterscheiden</li> <li><i>Methodenwissen: methodic competence</i>            A: Die Studierenden können das System beruflicher Bildung kriterienbezogen analysieren und sie können dabei pädagogische von anderen Analyseperspektiven unterscheiden.            B: Die sozial-ökonomischen Rahmenbedingungen für die betriebliche Bildungsarbeit werden analysiert. Aufgabenanforderungen der betrieblichen Bildungsarbeit werden bestimmt und mit Hilfe von Problemlösestrategien bearbeitet.</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Transferkompetenz: transfer competence</i> A: Sie sind in der Lage, die Rahmenbedingungen und Strukturen des professionellen Handlungsfeldes sowie die aktuellen und perspektivischen Lebens- und Arbeitsbedingungen ihrer Adressaten einzuschätzen und bei ihren professionellen Entscheidungen zu berücksichtigen. B: Sie führen Aufgaben der betrieblichen Bildungsarbeit (Bedarfsermittlung, Zielgruppenanalyse, Angebotsentwicklung, Evaluation, ...) unter dem Rückgriff auf bestehende Konzepte und Instrumente durch.</li> <li>• <i>Normativ-bewertendes Wissen: normative competence</i> A: Sie können auf das Berufsbildungssystem bezogene Reformansätze bewerten. B: Die Studierenden entwickeln strategische Positionen und setzen, unter Berücksichtigung von geltenden Bildungszielen und normierenden Prinzipien, ihre strategische Position in konkrete Bildungsmaßnahmen um. Sie können über Evaluationsverfahren Bewertungen der eigenen Handlungen einholen und für die weitere Vorgehensweise nutzen. Sie verwenden verschiedene Formen wissenschafts- und handlungspropädeutischen Arbeitens im gesellschaftswissenschaftlichen Unterricht und erwerben die Fähigkeit zur Einschätzung ihrer Bedeutung für die Gestaltung von Lehr-Lernsituationen und zur Berücksichtigung interdisziplinärer Zugänge im Unterricht der Sekundarstufe II sowie zur Einschätzung der Bedeutung biographischen Lernens im gesellschaftswissenschaftlichen Unterricht</li> </ul> <p><b>Spezifische Schlüsselkompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ mehrperspektivisches und analytisches Denken konzeptionelles Verständnis wissenschaftlicher Betrachtungsweisen</li> <li>➤ Systemisches Denken</li> <li>➤ Denken in Regelkreisläufen</li> <li>➤ Kooperations- und Teamfähigkeit in den Hausaufgabenteams und Projektgruppen</li> <li>➤ Interpretation von Vorgaben</li> <li>➤ Techniken des Informationsmanagements</li> </ul> <p><b>Berufsfeldpraktikum:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vorbereitung auf den Lehrerberuf</li> <li>➤ Erschließung anderer Berufsfelder (berufliche und betriebliche Weiterbildung, Jugendarbeit)</li> <li>➤ Erschließung der betrieblicher Anforderungssituationen</li> <li>➤ Erschließung betrieblicher Umgangsformen und Organisationsstrukturen</li> <li>➤ Erschließung wirtschaftlicher und/oder berufspädagogischer Zielsetzungen im Praxis-kontext</li> </ul>
3	<p><b>Inhalte</b></p> <p>Themen des Moduls sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Berufsbildungsforschung (Grundfragen, Analyseperspektiven und -methoden)</li> <li>➤ Arbeit, Beruf, Beruflichkeit, Berufsformen</li> <li>➤ Institutionen und Organisationen des Berufsbildungssystem aus historischer und aktueller Perspektive <ul style="list-style-type: none"> <li>- Duales System</li> <li>- Schulberufssystem</li> <li>- Übergangssystem</li> <li>- Weiterbildungssystem</li> </ul> </li> <li>➤ Probleme und Reformansätze</li> <li>➤ Berufsfeldpraktikum</li> </ul> <p>Zusätzliche Themen in der wirtschaftswissenschaftlichen Variante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ausbildungsordnungen und curriculare Grundlagen</li> <li>➤ Methoden betrieblichen Lehrens und Lernens</li> <li>➤ Kooperation Schule und Betrieb</li> <li>➤ Strategisches Bildungsmanagement</li> <li>➤ Strukturen berufliche Erstausbildung und beruflicher Weiterbildung</li> <li>➤ Wissenschafts- und Handlungspropädeutik als didaktische Prinzipien</li> </ul> <p>Fächerverbindendes und fächerübergreifendes Lernen</p>
4	<p><b>Lehrformen</b></p> <p>Das Modul umfasst</p> <p>Variante A: eine Vorlesung und Tutorien sowie verschiedene Formen des Selbststudiums.</p>

	Variante B: Seminare, Übungen, Tutorien und verschiedene Formen des Selbststudiums Zum Berufsfeldpraktikum vgl. § 39 Abs. 4 Besondere Bestimmungen
<b>5</b>	<b>Gruppengröße</b> Einführung und Seminare: 45 TN
<b>6</b>	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen</b> -
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> Bei Veranstaltungen in der Fakultät für Kulturwissenschaften: Es ist eine Modulprüfung zu erbringen. Zu den Formen der Leistungserbringung vgl. Besondere Bestimmungen der PO, § 42. Bei Veranstaltungen in der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften: Es ist eine Modulprüfung zu erbringen. Zu den Prüfungsleistungen vgl. das Modulhandbuch der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften.
<b>9</b>	<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Modulprüfung sowie aktive und qualifizierte Teilnahme an den Veranstaltungen. Zu Formen der aktiven und qualifizierten Teilnahme vgl. § 42 Besondere Bestimmungen. Näheres zu Form und Umfang bzw. Dauer gibt die Lehrkraft zu Beginn der Veranstaltung bekannt.
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. Kremer / Prof. Dr. Ziegler / Prof. Dr. Sloane / Prof. Dr. Winther / Prof. Dr. Beutner

## II.3.2 Fachdidaktik

### Fachdidaktik

Grundmodul Technikdidaktik					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
M.048.8020	180 h	6	5., 6. Sem.	Jedes Semester	2 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Didaktische Grundlagen der beruflichen Fachrichtungen b) Theorien, Modelle, Methoden und Medien			<b>Kontaktzeit</b> a) 30 h b) 30 h	<b>Selbststudium</b> a) 60 h b) 60 h
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> <b>Fachliche Kompetenzen:</b> Studierende sind nach Besuch des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen des Faches Elektrotechnik zu erklären,</li> <li>- fachwissenschaftliche Besonderheiten der Elektrotechnik wie die Modellierung, die Darstellung in Ersatzschaltbildern, Funktionsdiagrammen, Flussdiagrammen und Blockschaltbildern sowie Systembetrachtungen in didaktische Konzepte einfließen zu lassen,</li> <li>- fachliche Konzepte und Methoden zum Lehren und Lernen gegenüberzustellen,</li> <li>- die vermittelten Methoden zum Lehren und Lernen zu systematisieren und inhalts-, problem- und zielgruppengerecht auszuwählen,</li> <li>- Ziele, Inhalte und Standards entsprechend dem Ausbildungsziel (Berufsgrundschuljahr, Berufsfachschulen, Höhere Berufsfachschulen, etc.) zu formulieren und zu begründen,</li> <li>- fachliche Inhalte in didaktischen Kontexten berufsfeldorientiert zu strukturieren und im Rahmen betrieblicher Aufgaben zu bearbeiten,</li> <li>- Ziele und Inhalte für Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen vor dem Hintergrund betrieblicher Anforderungen zu formulieren und zu begründen,</li> <li>- transparente Leistungskontrollen für berufsfelddidaktische Konzepte einzusetzen.</li> </ul> <b>Spezifische Schlüsselkompetenzen:</b> Studierende sind nach Besuch des Moduls in der Lage,				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- exemplarische Inhalte für heterogene Lerngruppen auszuwählen, zu elementarisieren und curricular anzuordnen,</li> <li>- geeignete Medien auszuwählen und hinsichtlich ihrer spezifischen Einsatzbedingungen und Wirkungen im Lehr- und Lernprozess zu beurteilen und einzusetzen.</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Inhalte</b></p> <p>Zum Kern der Lehrerbildung an der Universität gehört der Erwerb didaktischer Kompetenzen, die auf Fachkompetenzen aufbauen und sie ergänzen. Dieses Modul legt die Grundlage der auf das Berufskolleg bezogenen didaktischen Ausbildung mit ihren Fachrichtungen und den darauf bezogenen Berufs- und Arbeitsfeldern und soll Konzepte und Methoden für die Gestaltung und Reflexion von schüleraktivem Unterricht bieten.</p> <p>Das Grundmodul soll sich folgenden Themen widmen: Didaktische Grundlagen der beruflichen Fachrichtungen (u. a. Lernfeldkonzept in elektrotechnischen Berufen, betriebliche Aufträge, außerschulische Lernorte); Theorien, Modelle, Methoden und Medien (u. a. historische, aktuelle und zukünftige Entwicklungen im Berufsfeld Elektrotechnik, Problemlösestrategien im handlungsorientierten Unterricht, Einsatz von modernen Kommunikations- und Präsentationstechniken, Bildungsziele und Bildungsstandards, Rahmenlehrpläne und Richtlinien des Landes NRW, diagnostische Verfahren). Didaktische Konzepte, Modelle und Methoden werden gezielt auf Beispiele aus der Elektrotechnik angewandt.</p>
<b>4</b>	<p><b>Lehrformen</b></p> <p>Das Modul umfasst Vorlesungen sowie Formen des Selbststudiums.</p>
<b>5</b>	<p><b>Gruppengröße</b></p> <p>Gruppeneinteilungen sind in den Vorlesungen ab 40 Personen vorgesehen.</p>
<b>6</b>	<p><b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)</p> <p>Das Modul wird im Studiengang Lehramt BK Maschinenbautechnik (BA) verwendet.</p>
<b>7</b>	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>
<b>8</b>	<p><b>Prüfungsformen</b></p> <p>Aktive und qualifizierte Teilnahme an den Veranstaltungen als Referat oder Hausaufgabe. Modulabschlussprüfung als mündliche Prüfung (Dauer: 30 bis 45 Minuten) oder Hausarbeit(ca. 40.000 Zeichen).</p>
<b>9</b>	<p><b>Voraussetzungen für die die Vergabe von Kreditpunkten</b></p> <p>Bestandene Modulabschlussprüfung sowie aktive und qualifizierte Teilnahme an den Veranstaltungen</p>
<b>10</b>	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Jun.-Prof. Dr. Katrin Temmen</p>

### III. Module im Master-Studiengang

#### Vorbemerkungen

In den Master-Studiengängen Elektrotechnik sind die Pflichtmodule Theoretische Elektrotechnik und Statistische Signale im Umfang von je 6 Leistungspunkten und zunächst 3 Wahlpflichtmodule im Umfang von je 6 Leistungspunkten zu absolvieren. In jedem der 3 Wahlpflichtmodule ist eine Wahlpflichtveranstaltung aus einem der 6 Kataloge

- Energie und Umwelt
- Kognitive Systeme
- Kommunikationstechnik
- Mikroelektronik
- Optoelektronik
- Prozessdynamik

zu wählen. Durch diese Wahl der Kandidatin bzw. des Kandidaten sind die individuellen Kataloge I, II und III markiert, aus denen dann je 1 Veranstaltung für weitere 3 Wahlpflichtmodule zu wählen ist. In 2 zusätzlichen Wahlpflichtmodulen sind je 1 Wahlpflichtveranstaltung aus einem der zuvor gewählten Kataloge I oder II oder III zu wählen; damit soll eine weitere fachliche Vertiefung in einer Disziplin erreicht werden. Darüber hinaus sind zwei Projektarbeiten im Gesamtumfang von 18 Leistungspunkten anzufertigen. Das Studium generale im Umfang von 12 Leistungspunkten soll die Schlüsselqualifikationen weiterentwickeln, analytisches Denken in fachübergreifenden Zusammenhängen fördern und fremdsprachliche Qualifikationen ausbauen. Zum Studienabschluss ist eine Master-Arbeit im Umfang von 30 Leistungspunkten anzufertigen.

#### Modultabelle

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltungen	ECTS
Theoretische Elektrotechnik	Theoretische Elektrotechnik	6
Statistische Signale	Verarbeitung statistischer Signale	6
2 Wahlpflichtmodule Katalog I	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
2 Wahlpflichtmodule Katalog II	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
2 Wahlpflichtmodule Katalog III	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
2 Wahlpflichtmodule mit je einer Veranstaltung entweder aus Katalog I oder aus Katalog II oder aus Katalog III	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
	1 Wahlpflichtveranstaltung	6
2 Projektmodule	1 Projektarbeit	9
	1 Projektarbeit	9
Studium generale	nach Wahl der Studierenden	12
	Master-Arbeit	30
	<b>Gesamt</b>	<b>120</b>

Diese Wahlmöglichkeiten schaffen für die Studierenden genügend Freiraum, um persönlichen Kenntnissen und Neigungen zu folgen und in gewählten Studienmodellen eine ausreichende berufsqualifizierende Vertiefung zu erreichen.

Aufgrund dieser Strukturierung des Studiengangs werden im Folgenden nach den Pflichtmodulen nicht die Module sondern die Kataloge der Studienmodelle als Einheiten beschrieben, aus denen sich die Studierenden die Module gemäß obiger Beschreibung zusammenstellen können.

## III.1 Gebiet Theoretische Elektrotechnik

### III.1.1 Theoretische Elektrotechnik (v2)

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Theoretische Elektrotechnik</b>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.12101
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	• Theoretische Elektrotechnik
Semester	1.
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Förstner, Jens, Prof. Dr. rer. nat.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2Ü
Kreditpunkte / Credits ECTS	6
Lernziele <i>Learning objectives</i>	Den Studierenden wird ein Verständnis für die elektromagnetischen Vorgänge bei der Wellenausbreitung auf Leiterstrukturen und im Freiraum vermittelt. Im Mittelpunkt stehen insbesondere die mathematische Modellierung von Wellen und deren Eigenschaften, Methoden der analytischen Lösung der Wellengleichung in verschiedenen Anwendungsfällen, Eigenschaften und Anwendungsgebiete der wichtigsten Wellenleiterstrukturen sowie die Möglichkeiten und die prinzipielle Idee von numerischen Lösungsverfahren.
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	schriftliche Modulabschlussprüfung

Modul / Module	<b>Theoretische Elektrotechnik</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.21003
Koordinator / Coordinator	Förstner, Jens, Prof. Dr. rer. nat.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Fachgebiet Theoretische Elektrotechnik
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 60h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www.tet.upb.de">http://www.tet.upb.de</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
Die theoretische Elektrotechnik beschreibt die Grundlage aller elektrotechnischen Vorgänge und liefert einen physikalischen Hintergrund für alle Arten von Energieübertragung und - wandlung in elektrotechnischen Systemen sowie die Informationsübertragung durch geführte Wellen und Frei-raumwellen. Aufbauend auf grundlegenden Kenntnissen aus dem Bachelorstudium vermittelt diese Veranstaltung ein Verständnis für die physikalische Analyse solcher Systeme mit analytischen und numerischen Methoden.	
<b>Inhalt / Contents</b>	
Die Vorlesung Theoretische Elektrotechnik gliedert sich wie folgt	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repetition der Grundlagen der Wellenausbreitung</li> <li>• Dispersion von Wellen und Verluste in Wellenleitern</li> <li>• Analyse von optischen Wellenleitern</li> <li>• planare Leitungen</li> <li>• Hohlraumresonatoren und deren Anwendung</li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<b>Fachkompetenz / Domain competence:</b>	
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache elektromagnetische Feldprobleme mathematische zu beschreiben (Modellbildung)</li> <li>• eine geeignete analytische Lösungsmethode auszuwählen und anzuwenden (Lösung)</li> <li>• die gewonnenen Ergebnisse zu veranschaulichen und physikalisch zu deuten (Interpretation)</li> </ul>	
<b>Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:</b>	

Die Studierenden
<ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungen</li> <li>• erlernen Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium und Internetnutzung,</li> <li>• erwerben eine fachbezogene Fremdsprachenkompetenz</li> </ul>
<b>Methodische Umsetzung / <i>Implementation</i></b>
Die theoretischen Konzepte werden in der Form einer Vorlesung präsentiert, die daneben aber auch einen großen Anteil an Feldvisualisierungen enthält. In den Übungen wird die Theorie anhand von einfachen Fragestellungen und Rechenbeispielen vertieft, die während der Präsenzübungen selbstständig gelöst werden.
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / <i>Prerequisites</i></b>
Keine / <i>None</i>
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / <i>Related and overlapping modules</i></b>
Keine / <i>None</i>
<b>Prüfungsmodalitäten / <i>Assessments</i></b>
Schriftliche Prüfung / <i>written exam</i>
<b>Unterrichtssprache / <i>Teaching Language</i></b>
Deutsch / <i>German</i>
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / <i>Teaching Material, Literature</i></b>
Vorlesungsfolien und Skript, weitere Literaturempfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

## III.2 Gebiet Statistische Signale

### III.2.1 Verarbeitung statistischer Signale

<b>Modulname</b> <i>Name of module</i>	<b>Verarbeitung statistischer Signale</b> <i>Statistical Signal Processing</i>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.2102
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	Verarbeitung statistischer Signale / <i>Statistical Signal Processing</i>
Semester	1. / <i>1<sup>st</sup> semester of master course</i>
Modulart <i>Module type</i>	Pflichtmodul <i>Compulsory module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Hüb-Umbach, Reinhold, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i>

Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesung und Übung <i>Lecture combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2U 2L / 2Ex
Kreditpunkte / Credits ECTS	6
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>Das Modul Verarbeitung statistischer Signale vermittelt den Studierenden ein Verständnis für die Bedeutung der beschreibenden und schließenden Statistik für viele Bereiche der Elektrotechnik. Sie festigen ihre Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik und erhalten einen Einblick in die Schätz- und Detektionstheorie, sowie die statistische Zeitreihenanalyse. Darüber hinaus werden Verfahren vorgestellt, mit deren Hilfe aus Daten gewonnene Schätzwerte hinsichtlich statistischer Signifikanz bewertet werden können.</p> <p><i>The module Statistical Signal Processing provides the participants with an understanding of the importance of probability theory and statistics in many areas of Electrical Engineering. After reviewing the basic concepts of probability students will be given an introduction to detection and estimation theory, as well as to statistical time series analysis. Further, techniques will be presented, by which the statistical significance of estimates derived from observed data can be assessed.</i></p>
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	1 schriftliche oder mündliche Prüfung (nach vorheriger Ankündigung) <i>1 written or oral exam (as announced in due time)</i>

### Verarbeitung statistischer Signale

Modul / <i>Module</i>	<b>Verarbeitung statistischer Signale</b> <b><i>Statistical Signal Processing</i></b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.21004
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Hüb-Umbach, Reinhold, Prof. Dr. –Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Nachrichtentechnik
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 0h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 0h

	Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 0h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://nt.upb.de/index.php?id=vss">http://nt.upb.de/index.php?id=vss</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
<p>Mit der Veranstaltung Verarbeitung statistischer Signale erlangen die Studierenden ein Verständnis für die Bedeutung der beschreibenden und schließenden Statistik für viele Bereiche der Elektrotechnik. Sie festigen ihre Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik und erhalten einen Einblick in die Schätz- und Detektionstheorie, sowie die statistische Zeitreihenanalyse. Darüber hinaus werden Verfahren vorgestellt, mit deren Hilfe aus Daten gewonnene Schätzwerte hinsichtlich statistischer Signifikanz bewertet werden können.</p> <p>Die Kenntnis der Detektions- und Estimationstheorie, sowie der Zeitreihenanalyse, aber auch die kritische Bewertung von experimentellen Ergebnissen sind von essentieller Bedeutung für das Verständnis und die kritische Anwendung moderner Signalverarbeitungsverfahren</p>	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zufallsexperiment, axiomatischer Begriff der Wahrscheinlichkeit</li> <li>• Begriff der Zufallsvariablen, Verteilungsfunktion, wichtige Verteilungen diskreter und kontinuierlicher Zufallsvariablen, Zufallsvariablentransformation</li> <li>• Maximum-Likelihood Parameterschätzung, Cramer-Rao Schranke, Konfidenzintervalle</li> <li>• Maximum-a-Posteriori und Neyman-Pearson Entscheidungsregel, Receiver Operating Characteristic, statistische Hypothesentests</li> <li>• Stochastische Prozesse, Stationarität, Ergodizität, Korrelationsfunktion und Leistungsdichtespektrum, weißes Rauschen, Markovketten</li> <li>• Optimalfilter nach Wiener</li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>	
<p><b>Fachkompetenz / <i>Domain competence</i>:</b></p> <p>Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zufällige Größen oder Signale mit Methoden der statistischen Signalverarbeitung zu beschreiben</li> <li>• Eigenständig Berechnungen bzgl. Ausfallsicherheit, Trefferhäufigkeit etc. durchführen</li> <li>• Selbstständig Schätzverfahren für einfache Parameterschätzprobleme zu entwerfen und anzuwenden</li> <li>• Statistische Hypothesentests zu konstruieren und auf konkrete Fragestellungen anzuwenden</li> <li>• Die Randbedingungen für experimentelle Untersuchungen so zu definieren, dass die Ergebnisse zu belastbaren Aussagen führen</li> <li>• Neu gewonnene experimentelle Daten mit bestehenden Modellen zu vergleichen</li> <li>• Eine Korrelations- oder Spektralanalyse auf Zeitreihen anzuwenden</li> <li>• Optimalfilter für gegebene Fragestellungen zu entwerfen</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen / <i>Key qualifications</i>:</b></p>	

Die Studierenden
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Können die Methoden zur Beschreibung von Größen und Signalen als Zufallsvariablen bzw. Zufallsprozesse auf verschiedenste Fragestellungen aus dem Bereich der Elektro- und Informationstechnik anwenden.</li> <li>• Können die Leistungsfähigkeit, aber auch die Grenzen statistischer Methoden in den verschiedenen Anwendungen einschätzen</li> <li>• Sind sie in der Lage, Ergebnisse experimenteller Untersuchungen aus den unterschiedlichsten Anwendungsfeldern kritisch zu bewerten und Experimente so zu entwerfen, dass deren Ergebnisse belastbare Aussagen zulassen.</li> <li>• Können Messergebnisse unter Nutzung moderner Programmsysteme auswerten</li> <li>• Können in einer Gruppe umfangreichere Aufgabenstellungen gemeinsam analysieren, in Teilaufgaben zerlegen und lösungsorientiert bearbeiten</li> </ul>
<i>Methodische Umsetzung / Implementation</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation</li> <li>• Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner</li> <li>• Praktische Übungen mit Matlab, in denen Studierende eigenständig ein experimentelles Setup entwickeln und implementieren, sowie statistische Analysemethoden auf die gewonnenen Ergebnisse anwenden</li> </ul>
<i>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</i>
Grundkenntnisse in statistischer Signalbeschreibung, wie sie in einem Bachelorstudium Elektrotechnik oder verwandter Disziplinen gelernt werden
<i>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules</i>
Keine / None
<i>Prüfungsmodalitäten / Assessments</i>
eine schriftliche oder mündliche Prüfung nach vorheriger Ankündigung
<i>written or oral exam according to prior announcement</i>
<i>Unterrichtssprache / Teaching Language</i>
Deutsch / German
<i>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</i>
<p>Bereitstellung eines ausführlichen Skripts und stichwortartiger Zusammenfassungsfolien für jede Vorlesung. Bereitstellung der Übungsaufgaben samt Musterlösungen und Beispielimplementierungen in Matlab</p> <p>Weitere Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N. Henze, Stochastik für Einsteiger, 8. Auflage, Vieweg-Teubner Verlag, 2010</li> <li>• E. Hänsler, Statistische Signale --- Grundlagen und Anwendungen, 3. Auflagen, Springer, 2001</li> <li>• S. M. Kay, Fundamentals of Statistical Signal Processing --- Estimation Theory, Prentice Hall, 1993</li> <li>• J. L. Mela, D. L. Cohn, Decision and Estimation Theory, McGraw-Hill, Kogakusha, 1987.</li> <li>• A. Papoulis, Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, 2. Ausgabe, McGraw-Hill, New York, 1984.</li> </ul>

### III.3 Kataloge der Studienmodelle

#### III.3.1 Energie und Umwelt

<b>Katalogname</b> <i>Name of catalogue</i>	<b>Energie und Umwelt</b>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	v1 M.048.2200, M.048.2220 v2 M.048.2201, M.048.2202, M.048.2221, M.048.2222
Modulnummer / <i>Module ID</i>	M.048.2102
Lehrveranstaltungen im Katalog <i>Courses</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antriebe für umweltfreundliche Fahrzeuge</li> <li>• Intelligent Control of Electrical Grids</li> <li>• Elektronische Stromversorgungen</li> <li>• Energieversorgungsstrukturen der Zukunft</li> <li>• Mensch-Haus-Umwelt</li> <li>• Umweltmesstechnik</li> <li>• Energy Transition</li> </ul>
Semester	1.- 3. / <i>1<sup>st</sup> – 3<sup>rd</sup> semester of master course</i>
Modulart <i>Module type</i>	
Katalogbetreuer <i>Catalogue advisor</i>	Krauter, Stefan, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch oder Englisch je nach Kurs / <i>German or English, depending on courses</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesung und Übung <i>Lecture combined with exercises</i>
Kreditpunkte / Credits ECTS	6 pro Veranstaltung / <i>6 per course</i>
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>Die Auseinandersetzung mit Themenfeldern, die nicht von einer Fachdisziplin alleine gelöst werden können stellt einen zentralen Bestandteil der Ingenieurstätigkeit dar. Die Veranstaltungen im Katalog Energie und Umwelt bieten nicht nur zielgerichtete Wissensvermittlung im Themenfeld, sondern gerade auch die Vermittlung von „Handwerkszeug“ zur Auseinandersetzung mit interdisziplinären Aufgabenstellungen.</p> <p>Die Studierenden erlangen die Fähigkeit zur Beurteilung von Wechselwirkungen zwischen komplexen Prozessen; hierbei sind explizit auch die nichttechnischen Bereiche der Prozesse eingeschlossen, wie z.B. die wirtschaftliche, gesellschaftspolitische und ethische Dimension von Energieversorgungs-</p>

	prozessen.
Prüfungsmodalitäten Assessments	1 mündliche Prüfung 1 oral exam

### Antriebe für umweltfreundliche Fahrzeug

Modul / Module	Antriebe für umweltfreundliche Fahrzeuge
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.22001
Koordinator / Coordinator	Böcker, Joachim, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Fachgebiet Leistungselektronik und Elektrische Antriebstechnik Power Electronics and Electrical Drives
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / Time of attendance: 60h Selbststudium / Self-study: 120h Ges. Arbeitspensum / Total workload: 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://wwwlea.upb.de">http://wwwlea.upb.de</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester winter semester
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Gegenstand der Lehrveranstaltung sind innovative Antriebssysteme für Straßen- und Schienenfahrzeuge (Elektrofahrzeug, Brennstoffzellenfahrzeug, Hybridfahrzeug). Hierbei steht der Fahrzeugantrieb mit dem systemtechnischen Zusammenwirken der beteiligten Komponenten im Mittelpunkt. Die wesentlichen Charakteristika der beteiligten Antriebskomponenten werden betrachtet. Dies geschieht aber aus dem Blickwinkel des Zusammenspiels der Komponenten auf Systemebene. Die Vertiefung der technologischen Details bleibt den entsprechenden Spezialveranstaltungen vorbehalten. Ziel dieser Lehrveranstaltung ist es, den Teilnehmern ein Grundverständnis der wichtigsten beteiligten Aggregate, vor allem aber ein Systemverständnis zu vermitteln, so dass sie in die Lage versetzt werden, neuartige Antriebe zu bewerten und nach Verbrauch, Wirkungsgrad, Aufwand usw. zu quantifizieren bzw. ein solches System auslegen und bemessen zu können.</p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Fahrdynamik (Kräfte, Bewegungsgleichungen, Kraftschluss)</li> <li>• Energiespeicher (Treibstoffe, Schwungräder, Batterien, Superkondensatoren)</li> <li>• Elektromotoren und Umrichter (Asynchronmotor, Permanent-Magnet-Motor)</li> <li>• Verbrennungsmotoren (Drehmoment-Drehzahl-Verhalten, Wirkungsgrade, Kennfelder)</li> <li>• Brennstoffzelle (Wirkungsweise, Betriebseigenschaften)</li> <li>• Strukturen elektrischer und hybrider Antriebe (Elektroantriebe, dieselektrische Antriebe, Serien- Parallel-, Split-Hybrid, Brennstoffzellenfahrzeug)</li> <li>• Systemverhalten und Betriebsstrategien</li> <li>• Beispiele von Straßen- und Schienenfahrzeugen</li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	

## Fachliche Kompetenzen / Professional Competence

Die Studenten

- kennen die wichtigsten Strukturelemente elektrischer und hybrider Antriebssysteme
- kennen die Grundstrukturen elektrischer und hybrider Antriebssysteme
- können verschiedene Antriebsstrukturen bewerten und vergleichen
- können quantitative Analysen und Bewertungen durchzuführen
- können Systeme und Komponenten nach vorgegebenen Spezifikationen auslegen
- verstehen die Gesamtzusammenhänge der Energieversorgungsketten

## Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills

Die Studenten

- lernen, technische Details aus einer Gesamtsystemsicht zu betrachten und zu relativieren
- lernen, technische Problemstellungen in einen gesellschaftlichen Gesamtzusammenhang einzuordnen
- erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungen
- erlernen Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium und Internetnutzung

## Methodische Umsetzung / Implementation

Die Konzepte werden in der Form einer Vorlesung präsentiert, die sowohl die theoretischen Konzepte vermittelt als auch stets Anwendungsbeispiele aufzeigt. In den Übungen wird der Stoff anhand von einfachen Fragestellungen und Rechenbeispielen vertieft, die während der Präsenzübungen selbstständig gelöst werden. Ein Teil der Übungen findet als Rechnerübungen im Computerraum statt. Die Studenten arbeiten zu einzelnen Themen Referate aus und tragen sie der Gruppe vor.

## Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites

Keine, die über die mit einem Bachelorabschluss an einer universitären Einrichtung erworbenen Kenntnisse in Elektrotechnik hinausgehen.

## Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules

Keine / None

## Prüfungsmodalitäten / Assessments

Schriftliche Prüfung / *written exam*

## Unterrichtssprache / Teaching Language

Deutsch / *German*

## Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature

Vorlesungsfolien und Skript, weitere Literaturempfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

## Intelligent Control of Electrical Grids

Modul / <i>Module</i>	<b>Intelligent Control of Electrical Grids</b>
Veranstaltungsnummer /	L.048.22002

Course ID	
Koordinator / Coordinator	Fette, Michael, PD Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Fachgebiet Nachhaltige Energiekonzepte
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 60h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www.nek.uni-paderborn.de/lehre">http://www.nek.uni-paderborn.de/lehre</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i>	
Inhalt / <i>Contents</i>	
Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i>	
<b>Fachliche Kompetenzen / Professional Competence</b>	
<b>Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills</b>	
Methodische Umsetzung / <i>Implementation</i>	
Inhaltliche Voraussetzungen / <i>Prerequisites</i>	
Kombinationshinweise - Überschneidungen / <i>Related and overlapping modules</i>	
Prüfungsmodalitäten / <i>Assessments</i>	
Unterrichtssprache / <i>Teaching Language</i>	
Lehrmaterialien, Literaturangaben / <i>Teaching Material, Literature</i>	

## Elektronische Stromversorgungen

Modul / Module	<b>Elektronische Stromversorgungen</b> <b>Switched Mode Power Supplies</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.22004, L.048.92031

Koordinator / <i>Coordinator</i>	Fröhleke, Norbert, AD, Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Fachgebiet Leistungselektronik und Elektrische Antriebstechnik
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 50h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 100h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 150h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://www.lea.upb.de">http://www.lea.upb.de</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
<p>Die Vorlesung behandelt grundlegende potentialtrennende Schaltungstopologien elektronischer Stromversorgungen sowie deren Modellbildung und Regelung.</p> <p><i>The course covers basic circuit topologies of electronic power supplies with electric isolation and their modeling and control.</i></p>	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsaltungen potentialtrennender Gleichstromumrichter</li> <li>• Transformatoren, gekoppelte Spulen, Filter- und Schwingkreiskomponenten</li> <li>• Resonanztechnik für verlustarmes Schalten</li> <li>• Regelungstechnische Modellierung von Schaltnetzteilen</li> <li>• Netzgleichrichter mit sinusförmiger Stromaufnahme: Leistungsteil und Regelungskonzepte</li> <li>• <i>Basic circuits of isolated DC-DC power converters</i></li> <li>• <i>Transformers, coupled inductors, filters and resonant tanks</i></li> <li>• <i>resonant technique for low loss switching</i></li> <li>• <i>control design for switched mode power supplies</i></li> <li>• <i>rectifiers with sinusoidal current shape: power stage and control concepts</i></li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>	
<b>Fachliche Kompetenzen</b>	
<p>Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• leistungselektronische Schaltungen in Abhängigkeit von der Betriebsart zu analysieren und die Anforderungen an Bauteile zu definieren</li> <li>• Topologien und Schalttechniken zu vergleichen und die Eignung einer Schaltung für bestimmte Anwendungen zu bewerten</li> <li>• Schaltungen und Regelungen mittels verschiedener Verfahren zu modellieren</li> </ul>	
<b>Fachübergreifende Kompetenzen</b>	
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen eine schaltungsbezogene Sichtweise und können die Anforderungen an</li> </ul>	

- Bauteile festlegen
- erweitern ihre Kenntnisse zur rechnergestützten Schaltungs- und Reglerauslegung
- können die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen; dazu wird eintägige praktische Übung angeboten

### **Professional Competence**

*After attending the course, the students will be able*

- to analyse power electronic circuits according to mode of operation and component requirements*
- to compare technologies and switching techniques and to evaluate their ability for specific applications*
- to model circuit and control by special procedures*

### **(Soft) Skills**

*The students*

- learn a circuit related view and the ability to define component requirements*
- improve their skills in computer-based control modelling*
- extend their competence by self study; a one-day practical education will be offered therefore*

### **Methodische Umsetzung / Implementation**

- Vorlesung
- Übung (Präsenzübung mit Übungsblättern und Rechnerübung im Computerraum)
- eintägiges Praktikum in der letzten Vorlesungswoche (Aufbau eines Schaltnetzteils)
- lecture*
- exercise*
- one-day practical course in the last week of lecture periode (assembly of a switched mode power supply)*

### **Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Kenntnisse der Vorlesung Leistungselektronik sind wünschenswert.

*Knowledge from lecture Power Electronics is desirable.*

### **Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Vorlesung Leistungselektronik hinsichtlich Grundsaltungen, Modulationsverfahren.

*Lecture Power Electronics (basic circuits, modulation methods).*

### **Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Mündliche Prüfung / *oral exam*

### **Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch oder Englisch (je nach Nachfrage) / *German or English (depending on demand)*

### **Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

Vorlesungsfolien und Skript, weitere Literaturempfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

*Lecture slides and skript, further literatur will be announced in lecture.*

## Energieversorgungsstrukturen der Zukunft

Modul / Module	<b>Energieversorgungsstrukturen der Zukunft</b> <b>Energy supply structures of the future</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.22005
Koordinator / Coordinator	Krauter, Stefan, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Elektrische Energietechnik – Nachhaltige Energiekonzepte <i>Electrical Energy Technology – Sustainable Energy Concepts</i>
Typ / Type	4 P 4 P
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 60h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 40h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 100h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www.nek.upb.de/lehre/projektarbeiten/energieversorgungsstrukturen-der-zukunft">http://www.nek.upb.de/lehre/projektarbeiten/energieversorgungsstrukturen-der-zukunft</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Heutige Energieversorgungsstrukturen und die damit verbundenen Risiken und Probleme für die Zukunft. Nachhaltige Entwicklung: Zwischen Selbstzweck und Sicherung unserer Existenz. Erste Problemlösungsansätze und die damit verbundenen Schwierigkeiten. Der Weg von einer zentral geführten hin zu einer dezentral orientierten Energieversorgung.</p> <p><i>Today's energy supply structures; their related risks and problems for the future. Sustainable development: between itself purpose and securing our existence. First approaches to problem solving and their associated difficulties. The path from a centrally managed energy supply towards a decentralized energy supply.</i></p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>Die Veranstaltung "Energieversorgungsstrukturen der Zukunft" behandelt die sich ändernden Anforderungen an die Energieübertragungssysteme aufgrund der zu erwartenden Veränderung der Einspeisestruktur. Darüber hinaus werden die Verstärkte Interaktion zwischen Energiebedarf und Energieversorgungselementen sowie Möglichkeiten der Energiespeicherung in den Fokus genommen.</p> <p><i>The course "Energy supply structures of the future" treated the changing requirements of the energy transmission systems due to the expected change in the feed structure. Moreover the enhanced interaction between energy demand and supply elements as well as energy storage options are taken into focus.</i></p>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<b>Fachliche Kompetenzen</b>	

- Die Teilnehmer sollen die Vielschichtigkeit der in der Regel als selbstverständlich hingenommenen Versorgung mit Energie vermittelt bekommen.
- Es sollen Problemlösungsstrategien für die zukünftige Energieversorgung erarbeitet werden, die es ferner ermöglichen, sich weiteren Fragestellungen im Themenbereich nachhaltiger Energieversorgung zu nähern.

### **Fachübergreifende Kompetenzen**

Ein weiteres Ziel ist die Intensivierung von Projektarbeit in Kleingruppen mit anschließender Vorstellung der Ergebnisse und die damit verbundene Förderung von Kernkompetenzen.

### **Professional Competence**

- *Participants will get the complexity of the usually taken and executed power supply.*
- *Development of strategies to solve the problem of the future energy supply, it also allow to approach other issues in the subject area of sustainable energy supply.*

### **Soft Skills**

*Another target of this course is to intensify the project work in small groups, followed by presentation of the results and the associated promotion of core competencies.*

### **Methodische Umsetzung / Implementation**

Im Rahmen der in Form einer Gruppenprojektarbeit angebotenen Lehrveranstaltung Energieversorgungsstrukturen der Zukunft sollen sich Studierende in einem möglichst zuvor unbekanntem Team in kurzer Zeit einem bisher nicht bearbeiteten Themenfeld stellen.

*As a part of this course energy supply structures for the future, students should integrate in an unknown team and treat not previously addressed topic in a short time.*

### **Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Keine / None

### **Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

### **Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Mündliche Prüfung / oral exam

### **Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch / German

### **Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

## Mensch-Haus-Umwelt

Modul / Module	<b>Mensch-Haus-Umwelt</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.22007
Koordinator / Coordinator	Prior, Dirk, Dr.-Ing. Krauter, Stefan, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungs-	Elektrische Energietechnik – Nachhaltige Energiekonzepte

einheit / <i>Teaching Unit</i>	<i>Electrical Energy Technology – Sustainable Energy Concepts</i>
Typ / <i>Type</i>	4 P 4 P
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 60h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 40h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 100h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://www.nek.upb.de/lehre/projektarbeiten/mensch-haus-umwelt">http://www.nek.upb.de/lehre/projektarbeiten/mensch-haus-umwelt</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
Die unterschiedlichen Bilanzierungsebenen von Energie und ihre jeweilige Aussagekraft. Berechnungsverfahren zur Energieintensität von Produkten unter Berücksichtigung einer ganzheitlichen Bilanzierung der Produktlebenszyklen. Mechanismen und Potentiale des rationellen Energieeinsatzes am Beispiel des Bereiches Bauen und Wohnen.	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
Die Veranstaltung Mensch-Haus-Umwelt behandelt die ganzheitliche Betrachtung von Energiebedarfselementen bei der Errichtung von Bauwerken (inkl. der Herstellung der Baumaterialien) und der Nutzung von Gebäuden. Auch wenn der Schwerpunkt hierbei auf den eingesetzten elektrischen Strom gelegt wird werden die anderen Endenergieträger mit berücksichtigt.	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>	
<b>Fachliche Kompetenzen / <i>Professional Competence</i></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Vielschichtigkeit der in der Regel als selbstverständlich hingenommenen Versorgung mit Energie soll vermittelt werden. Ein zentraler Punkt hierbei ist das in der Regel vernachlässigte gesamtenergetische Vorgehen bei Bilanzierungen.</li> <li>• Das Zusammenwirken ökologischer, ökonomischer und soziologischer Faktoren bei der Nutzung der Umwelt als Lebensraum soll herausgearbeitet werden.</li> </ul>	
<b>Fachübergreifende Kompetenzen / <i>(Soft) Skills</i></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Veranstaltung soll zur intensiven Gruppenprojektarbeit befähigen. Ein wichtiger Aspekt ist die Durchmischung der Fähigkeiten, die die Studierenden der verschiedenen Disziplinen durch ihre Ausbildung "mitbringen".</li> </ul>	
<b>Methodische Umsetzung / <i>Implementation</i></b>	
Im Rahmen der in Form einer Gruppenprojektarbeit angebotenen Lehrveranstaltung Energieversorgungsstrukturen der Zukunft sollen sich Studierende in einem möglichst zuvor unbekanntem Team in kurzer Zeit einem bisher nicht bearbeiteten Themenfeld stellen.	
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / <i>Prerequisites</i></b>	
Außer den üblicherweise im Rahmen der B. Sc. erworbenen Kenntnissen sind keine weiteren Vorkenntnisse erforderlich.	
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / <i>Related and overlapping modules</i></b>	
Keine / <i>None</i>	
<b>Prüfungsmodalitäten / <i>Assessments</i></b>	

Mündliche Prüfung / <i>oral exam</i>
Unterrichtssprache / <i>Teaching Language</i>
Deutsch / <i>German</i>
Lehrmaterialien, Literaturangaben / <i>Teaching Material, Literature</i>

## Umweltmesstechnik

<b>Modul / Module</b>	<b>Umweltmesstechnik Environmental monitoring and measuring technologies</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.22010
Koordinator / Coordinator	Henning, Bernd, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Elektrische Messtechnik
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 0h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 0h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://emt.upb.de">http://emt.upb.de</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
Die immer intensivere Nutzung natürlicher Ressourcen führt zur zunehmenden Belastung der Umwelt. Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung wird die Problematik an Hand ausgewählter Wirkungsmechanismen bezogen auf die Wirkungsorte bzw. Lebensräume beispielhaft behandelt. Die jeweils relevanten Messgrößen werden charakterisiert und die zur Bestimmung geeigneten Messprinzipien und -verfahren beschrieben. Speziell konzentrieren sich die Ausführungen auf die messtechnische Bestimmung der Kontamination und Überwachung von Luft, Gewässer und Böden.	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Vorlesung Umweltmesstechnik behandelt folgende Themen:</li> <li>• gesetzlicher Rahmen des Umweltschutzes</li> <li>• Bedeutung und Aufgaben der Umweltmesstechnik</li> <li>• Erläuterung der Wirkungsmechanismen bei der immer intensiveren Nutzung natürlicher Ressourcen sowie des steigenden Gefährdungspotentials durch den Einsatz von Hochtechnologien</li> <li>• Chemosensorik und Probenpräparation</li> <li>• Messprinzipien und Messverfahren der Umweltmesstechnik</li> <li>• Optoden und optische Mess- und Analysentechnik</li> <li>• Sensoren für die Flüssigkeitsanalyse</li> <li>• Sensoren für die Gasanalyse</li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	

**Fachkompetenz / Domain competence:**

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

- die Wirkungsmechanismen bei zunehmenden Umweltproblemen zu analysieren und zu verstehen,
- für ausgewählte Messaufgaben unter Berücksichtigung der konkreten Messbedingungen geeignete Messprinzipien bzw. Messtechnik auszuwählen,
- Messergebnisse zu charakterisieren und zu interpretieren.

**Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

Die Studierenden

- können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend und bei komplexen Fragestellungen einsetzen,
- können aufgrund einer systematischen Problemanalyse zielgerichtet Lösungen erarbeiten,
- sind aufgrund der methodenorientierten Wissensvermittlung befähigt, sich selbst in tangierende Arbeitsgebiete einzuarbeiten.

**Methodische Umsetzung / Implementation**

- Vorlesungen mit Folien-Präsentation umfangreicher Zusammenhänge
- Praktische Arbeit in Gruppen mit Messtechnik im Labor

**Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Keine / None

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

**Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Mündliche Prüfung / oral exam

**Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch / German

**Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung werden bekannt gegeben.

## Energy Transition

<b>Modul / Module</b>	<b>Energiewende - Energiesystem 2.0 Energy Transition - Energy System 2.0</b>
<b>Veranstaltungsnummer / Course ID</b>	L.048.22014, L.048.92034
<b>Koordinator / Coordinator</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Krauter
<b>Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit</b>	Elektrische Energietechnik – Nachhaltige Energiekonzepte <i>Electrical Energy Technology – Sustainable Energy Concepts</i>

Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 60h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www.nek.upb.de/lehre">http://www.nek.upb.de/lehre</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Mit dem Versiegen fossiler Energieträger wie Kohle, Öl und Erdgas und dem Auslaufen der Atomprogramme vieler Länder, stellt die Notwendigkeit eine Energiestruktur basierend auf erneuerbaren Energien mit fluktuierender Abgabeleistung aufzubauen, ein große Herausforderung für das Elektroingenieurwesen dar. Diese Vorlesung nimmt sich dieser Herausforderung an und erklärt die Funktionsweise und Performanceparameter von allen Arten erneuerbarer Energiewandler, ihre Verfügbarkeit, Zusammenwirken und Anpassungsmöglichkeiten an Verbrauchsstrukturen. Umgekehrt werden die Anpassungsmöglichkeiten der Lastkurven an die Verfügbarkeit der Energiequellen präsentiert, einschließlich neuer Konzepte, wie z.B. dezentrale Erzeugung, Speicherung und Energiemanagement.</p> <p><i>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.</i></p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bestehende Energiestruktur: Geschichte, Entwicklung</li> <li>2. Komponenten &amp; Systeme: Erzeugung, Transport, Verbrauch</li> <li>3. Merkmale erneuerbarer Energien: Wasserkraft, Windkraft, Solarenergie, Biomasse, Geothermie</li> <li>4. Individuelle und kombinierte Verfügbarkeit und Performance</li> <li>5. Energiemanagement, Smart-Grid, Einbezug von Verkehr und Lastanpassung.</li> <li>6. Speicherung: Typen, Leistung, Lebensdauer, Kosten</li> <li>7. Neue Konzepte zur Kostenminimierung: dezentrale, autonome und semi-autonome Systeme, Schwarmkonzepte</li> <li>8. Geographische Unterschiede: Lokale Ressourcen, Potenziale, Laststrukturen</li> <li>9. Legislative Fragen: Zugangsbedingungen zum Netz, Spot-Markthandel für Strom</li> <li>10.-12. Ausflüge zu integrierten Projektbeispielen (z.B. Höxter, Bremerhaven, Kassel, Herne)</li> </ol> <p><i>1. Existing energy structures: History, development</i>  <i>2. Present components &amp; systems: generation, transport, consumption</i>  <i>3. Characteristics of renewable energy sources: hydro, wind, solar, biomass, geothermal</i>  <i>4. Individual and combined availability and performance</i>  <i>5. Energy management, transport (smart grid) and storage necessities</i>  <i>6. Storage devices and concepts: types, performance, costs</i>  <i>7. New concepts to minimize costs: decentralized, autonomous and semi-autonomous systems, swarm concepts, demand side management</i>  <i>8. Geographical differences: Local resources, potentials, load structures</i>  <i>9. Legislative issues: access to grid &amp; electricity spot-market</i>  <i>10.-12. Excursions to integrated project examples (Höxter, Bremerhafen, Kassel, Herne)</i></p>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	

**Fachkompetenz / Domain competence:**

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.

*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.*

**Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

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.

*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*

**Methodische Umsetzung / Implementation**

Vorlesung mit praktischen Beispielrechnungen & Simulationen; Exkursion zu Praxisbeispielen

*Lecture combined with practical examples & simulations; Excursion to see applications in practice.*

**Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Keine / None

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

**Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Schriftliche Prüfung / *written exam*

**Unterrichtssprache / Teaching Language**

Englisch / *English*

**Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

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 Loorbach: Governing the Energy Transition - Reality, Illusion or Necessity?,  
Routledge, 2012

Bemerkungen / *Comments*

Exkursion

*Excursion*

### III.3.2 Kognitive Systeme

Katalogname <i>Name of catalogue</i>	Kognitive Systeme
Modulnummer / <i>Module ID</i>	v1 M.048.2300, M.048.2330 v2 M.048.2301, M.048.2302, M.048.2331, M.048.2332
Lehrveranstaltungen im Katalog <i>Courses</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Themen aus Mustererkennung und maschinellem Lernen</li> <li>• Digital Image Processing I</li> <li>• Kognitive Sensorsysteme</li> <li>• Technische kognitive Systeme – Ausgewählte Kapitel</li> <li>• Advanced Topics in Robotics</li> <li>• Fahrerassistenzsysteme</li> </ul>
Semester	1.- 3. / <i>1<sup>st</sup> – 3<sup>rd</sup> semester of master course</i>
Modulart <i>Module type</i>	
Katalogbetreuer <i>Catalogue advisor</i>	Mertsching, Bärbel, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch oder Englisch je nach Kurs / <i>German or English, depending on courses</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesung und Übung <i>Lecture combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2U 2L / 2Ex
Kreditpunkte / Credits ECTS	6 pro Veranstaltung / <i>6 per course</i>
Lernziele <i>Learning objectives</i>	Durch die im Katalog angebotenen Veranstaltungen werden die Studierenden in die Lage versetzt, kognitive Systeme zunächst kennen zu lernen und sie anschließend zu entwerfen, zu realisieren und im Betrieb zu warten.
Prüfungsmodalitäten <i>Assesments</i>	1 mündliche oder 1 schriftliche Prüfung <i>1 oral or 1 written exam</i>

## Aktuelle Themen aus Mustererkennung und maschinellem Lernen

Modul / <i>Module</i>	<b>Aktuelle Themen aus Mustererkennung und maschinellem Lernen</b> <b><i>Topics in Pattern Recognition and Machine Learning</i></b>
Veranstaltungs- nummer / <i>Course ID</i>	L.048.23018, L.048.92030
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Hüb-Umbach, Reinhold, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und For- schungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Nachrichtentechnik <i>Communications Engineering</i>
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 60h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 180h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://nt.uni-paderborn.de/en/teaching/topics-in-pattern-recognition-and-machine-learning/">http://nt.uni-paderborn.de/en/teaching/topics-in-pattern-recognition-and-machine-learning/</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
<p>In der Veranstaltung <b>Aktuelle Themen aus Mustererkennung und maschinellem Lernen</b> 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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schätzung von Modellen mit verborgenen Variablen, um eine in den Daten vermutete zugrundeliegende innere Struktur zu entdecken</li> <li>• Bias-Varianz Dilemma und Abtausch von Detailgenauigkeit der Modelle und Generalisierungsfähigkeit</li> <li>• Grafische Modelle</li> <li>• Sequentielle Daten und hidden Markov Modelle</li> <li>• Spezielle Klassifikationsaufgaben (z.B. automatische Spracherkennung)</li> </ul> <p>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 Algorithmus in Matlab umfassen.</p> <p><i>The course on <b>Topics in Pattern Recognition and Machine Learning</b> 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</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Model estimation in the presence of hidden variables, in order to reveal suspected latent structure buried in the data</i></li> </ul>	

- *Bias-Variance dilemma and the tradeoff between degree of detail and generalizability of models*
- *Graphical models*
- *Sequential data and hidden Markov models*
- *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.*

#### Inhalt / Contents

- 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 mit Anwendungen in der Spracherkennung
  - Aktuelle Veröffentlichungen aus Mustererkennung und maschinellem Lernen
- 
- *Fundamentals of statistical pattern recognition: Bayes rule, learning of class-conditional densities, linear models for classification and regression*
  - *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*
  - *Recent publications in pattern recognition and machine learning*

#### Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences

##### **Fachkompetenz / Domain competence:**

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

*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*

### **Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

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

*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*

### **Methodische Umsetzung / Implementation**

- Vorlesungen mit überwiegender 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
- *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*

### **Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Vorkenntnisse aus der Lehrveranstaltung Verarbeitung statistischer Signale. Wünschenswert, aber

nicht notwendig sind Kenntnisse aus der Vorlesung Statistische Lernverfahren und Mustererkennung <i>Elementary knowledge in Probability Theory, as is taught in the course Statistical Signal Processing. Desirable, but not mandatory: knowledge in the field of statistical learning and pattern recognition</i>
Kombinationshinweise - Überschneidungen / <i>Related and overlapping modules</i>
Keine / <i>None</i>
Prüfungsmodalitäten / <i>Assessments</i>
Mündliche Prüfung / <i>oral exam</i>
Unterrichtssprache / <i>Teaching Language</i>
Deutsch oder Englisch / <i>German or English</i>
Lehrmaterialien, Literaturangaben / <i>Teaching Material, Literature</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• R.O. Duda, P.E. Hart, D.G.~ Stork, Pattern Classification, Wiley, 2001</li> <li>• K. Fukunaga, Introduction to Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1990</li> <li>• C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006</li> </ul>

### Digital Image Processing I

Modul / <i>Module</i>	<b>Digital Image Processing I</b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.23002, L.048.92008
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Mertsching, Bärbel Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	GET Lab
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 60h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 180h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/dip-I">http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/dip-I</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
<p>Die Veranstaltung "Digital Image Processing I" stellt ein Basismodul im Katalog "Kognitive Systeme" im Masterstudiengang "Elektrotechnik" und verwandten Studiengängen dar.</p> <p>Die Veranstaltung gibt eine grundlegende Einführung in die Digitale Bildverarbeitung.</p> <p><i>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.</i></p> <p><i>The course provides a fundamental introduction to digital image processing.</i></p>	

## Inhalt / Contents

- 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)
- *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)*

## Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences

### **Fachkompetenz / Domain competence:**

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 implementieren, testen und anwenden.

*The students*

- *are able to describe the basics of image generation and image digitization and*
- *are able to 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.*

### **Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Programmierung in C.

*The students have a good command of programming in the C language.*

## Methodische Umsetzung / Implementation

- 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.
- *The theoretical and methodic fundamentals will be introduced during the lecture.*
- *The methods presented will be practiced during the subsequent exercise / lab part.*

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finally, the participants will implement, test, and apply simple image processing algorithms.</li> <li>• The necessary programming skills will be taught during the practical, this is explicitly not considered a programming course.</li> </ul>
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</b>
Keine / None
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules</b>
Keine / None
<b>Prüfungsmodalitäten / Assessments</b>
Mündliche Prüfung / oral exam
<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>
Deutsch oder Englisch (je nach Nachfrage) / German or English (depending on demand)
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>
Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug):  Lecture notes, exercise sheets and advanced literature (excerpt):
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mertsching, Bärbel: Digital Image Processing I (lecture notes)</li> <li>• Forsyth, David and Ponce, Jean: Computer Vision - A Modern Approach. Prentice Hall, 2nd ed., 2011. ASIN: B006V372KG</li> <li>• Gonzalez, Rafael C. and Woods, Richard E.: Digital ImageProcessing. Prentice Hall, 3rd ed., 2007. ISBN-13: 978-013168728</li> <li>• Jähne, Bernd: Digitale Bildverarbeitung. Springer, 7.Aufl., 2012. ISBN-13: 978-3642049514</li> </ul>

## Kognitive Sensorsysteme

Modul / Module	<b>Kognitive Sensorsysteme Cognitive Sensor Systems</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.23006
Koordinator / Coordinator	Wetzlar, Dietmar, Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Elektrische Messtechnik
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / Time of attendance: 0h Selbststudium / Self-study: 0h Ges. Arbeitspensum / Total workload: 0h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://emt.upb.de">http://emt.upb.de</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester winter semester

### Kurzbeschreibung / *Short Description*

Im Bereich der Informationsverarbeitung sind oft große Datenmengen zu verarbeiten und hieraus entsprechendes Wissen zu extrahieren. Homogene oder heterogene Sensorsysteme dienen als Informationsquellen. Oft werden Objekteigenschaften auch verbal beschrieben. Eine Daten reduzierende Verarbeitung stellt neues und präziseres Wissen bereit. Eine Synergie der Messinformation mehrerer Sensoren zur Lösung einer Detektions, Klassifikations oder Identifikationsaufgabe erweitert die Wahrnehmungsfähigkeit erhöht die Glaubwürdigkeit und damit die Betriebssicherheit. Methoden der multivariaten Datenanalyse und Anwendung künstlicher neuronaler Netze sind hierbei wichtige Hilfsmittel.

### Inhalt / *Contents*

Die Vorlesung Kognitive Sensorsysteme behandelt folgende Themen:

- Motivation und Begriffe
- Informationsfusion, Sensorintegration und Datenfusion.
  - o Beispiel: Umfeldwahrnehmung (Kfz, Robotik)
- Hauptkomponentenanalyse (PCA)
  - o Mathematische Grundlagen
  - o Herleitung der PCA
  - o Datenreduktion, -rekonstruktion
  - o Beispiel: Farbbestimmung aus Spektralwerten
- Künstliche neuronale Netze (KNN)
  - o Mehrlagiges Perzeptron-Netzwerk
  - o Strukturen, Back Propagation-Algorithmus, Lernstrategien
  - o Mustererkennung, Interpolation
  - o Beispiel: Elektrische-Impedanz-Tomografie (EIT)

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

#### **Fachkompetenz / *Domain competence:***

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

- komplexe Aufgaben aus dem Bereich Multivariante Datenanalyse zu analysieren und zu beurteilen sowie eigene Lösungen zu entwickeln,
- Künstlicher Neuronaler Netze sowohl zur Mustererkennung, als auch zur Lösung von Interpolationsaufgaben (indirekte Messung) einzusetzen.

#### **Fachübergreifende Kompetenzen / *Key qualifications:***

Die Studierenden

- können die erworbenen Kenntnisse disziplinübergreifend bei komplexen Fragestellungen einsetzen,
- können aufgrund einer systematischen Problemanalyse zielgerichtet Lösungen erarbeiten,
- sind methodisch in der Lage, sich in vergleichbare Arbeitsgebiete einzuarbeiten.

### Methodische Umsetzung / *Implementation*

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung an interaktiver Präsentationstafel mit schrittweiser Entwicklung umfangreicher Zusammenhänge</li> <li>• Die behandelten Verfahren werden in Kleingruppen anhand laborpraktischer Übungen aus den Bereichen Prozess- und Ultraschallmesstechnik, Spektroskopie und Geräuschanalyse vertieft.</li> <li>• Präsentationen und Diskussion der arbeiteten (Zwischen-)Ergebnisse in von Studierenden moderierten Besprechungen</li> </ul>
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</b>
Keine / None
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules</b>
Keine / None
<b>Prüfungsmodalitäten / Assessments</b>
Mündliche Prüfung / oral exam
<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>
Deutsch / German
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>
Es wird Begleitmaterial bereitgestellt, das in der Vorlesung zu ergänzen ist. Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung und auf wichtige Publikationen werden gegeben.

### Technische kognitive Systeme – Ausgewählte Kapitel

Modul / Module	<b>Technische kognitive Systeme - Ausgewählte Kapitel Cognitive Systems Engineering - Special Topics</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.23019 MS ESE Students: see 'Contents' below for PAUL course numbers.
Koordinator / Coordinator	Mertsching, Bärbel, Prof. Dr.-Ing.  CSE A: gemeinsam mit / together with Scharlau, Ingrid, Prof. (Kognitionspsychologie / cognitive psychology)
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	GET Lab
Typ / Type	2+2 PS 2+2 PS
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / Time of attendance: 60h Selbststudium / Self-study: 120h Ges. Arbeitspensum / Total workload: 180h
Leistungspunkte / Credits	6 (3+3)
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/cse">http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/cse</a>
Zeitmodus / Semester	Winter- und Sommersemester winter and summer semester
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	

In der Veranstaltung werden aktuelle Themen aus der Forschung zu technischen kognitiven Systemen behandelt.

*The course presents cutting-edge topics of today's research on technical cognitive systems.*

#### Inhalt / 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.

- **Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention (L.048.90701 für MS ESE)**  
Im Wintersemester findet ein Projektseminar statt, welches in die Modellierung und experimentelle Erforschung von visueller Aufmerksamkeit und damit die Forschung an den Lehrstühlen GET Lab und Kognitionspsychologie einführt. Dabei soll auch gezeigt werden, wie über die Grenzen von Disziplinen hinweg gemeinsam geforscht werden kann. Der Schwerpunkt liegt aktuell auf dem Thema Salienz.
- **Cognitive Systems Engineering B (L.048.90702 für MS ESE)**  
Im Sommersemester wird ein Projektseminar mit wechselnden Themen aus aktuellen Forschungsprojekten angeboten.
- **Cognitive Systems Engineering C - GET Forschungsseminar (L.048.62008 für MS ESE)**  
Im Sommersemester und im Wintersemester finden verschiedene Präsentationen statt: aktuelle Zwischenberichte und Ergebnisse aus laufenden Studien- und Diplomarbeiten, Forschungsvorhaben und Drittmittelprojekten aus dem Forschungsbereich Technische Kognitive Systeme; Vorträge von Gästen der Arbeitsgruppe.

Hinweis: Die Kursnummern hier sind nicht für den dt. Master Elektrotechnik relevant. Studierende dieses Studiengangs wählen (unabhängig von den gewünschten Veranstaltungen) den generischen Kurs **L.048.23019**.

*This module is offered in two parts. Students have to choose two out of three. Each part lasts two hours per week and yields three credits.*

- **Cognitive Systems Engineering A - Visual Attention (L.048.90701 für MS ESE)**  
*In the winter semester a project seminar takes place which introduces students to the modeling and experimental research of visual attention, and thus to current research at the chairs of GET Lab and Cognitive Psychology. It is also intended to demonstrate the possibility of joint research across boundaries of different disciplines. The current focus lies on salience.*
- **Cognitive Systems Engineering B (L.048.90702 für MS ESE)**  
*In the summer semester a second project seminar with varying topics from current research projects is offered.*
- **Cognitive Systems Engineering C - GET Research Seminar (L.048.62008 for MS ESE)**  
*In summer semester and winter semester various presentations take place: current interim reports and results of seminar papers and diploma theses in progress, research projects and third-party funded projects focusing on research in the field of technical cognitive systems; lectures by guests of the GET Lab.*

*Hint: The course numbers here are extraneous for the German 'Master Elektrotechnik'. Students of this degree course choose (independent of the desired course) the course number L.048.23019.*

#### Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences

##### Fachkompetenz / Domain competence:

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 psychovisuelle Experimente entwerfen, durchführen und auswerten.

*The students*

- *are able to name basic research topics related to the the design and the implementation of technical cognitive systems,*
- *can apply and evaluate technical cognitive systems and*
- *are able to design, implement and evaluate basic psychovisual experiments.*

**Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

Die Studierenden

- sind in der Lage (englischsprachige) Fachliteratur zu recherchieren,
- haben ein Verständnis für die fachspezifischen Forschungsansätze (Elektrotechnik/ Informatik/ Psychologie) entwickelt.

*The students*

- *are able to research and evaluate (English) technical literature,*
- *have developed an understanding of the discipline-related research approaches (computer science, electrical engineering, psychology).*

**Methodische Umsetzung / Implementation**

CSE A:

- Vorträge und Diskussionen unter den Teilnehmenden; kleine Programmierbeispiele; Entwicklung und Durchführung von psychophysischen Experimenten
- *Presentations and discussions by the participants; small programming examples, development and realization of psychophysical experiments*

CSE C:

- Vorträge und Diskussionen unter den Teilnehmenden
- *Presentations and discussions by the participants*

**Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Keine - aber Interesse am Seminarthema und interdisziplinärer Arbeit

*None - but interest in the subject-matter and interdisciplinary work*

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

**Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Die Note für das Modul wird aus den Bewertungen für unterschiedliche Teilleistungen, die in zwei der drei Veranstaltungen erbracht werden, errechnet.

*The module grade is calculated based on the partial performance in two of the three courses.*

**Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch oder Englisch (je nach Nachfrage) / <i>German or English (depending on demand)</i>
Lehrmaterialien, Literaturangaben / <i>Teaching Material, Literature</i>
CSE A: Auszug / <i>Excerpt</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Backer, G. (2003) Modellierung visueller Aufmerksamkeit im Computer Sehen: Ein zweistufiges Selektionsmodell für ein Aktives Sehsystem. Dissertation U Hamburg [http://ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2004/2226/index.html]. (Letzter Zugriff: 07.02.2013).</li> <li>• Itti, L., Rees, G. &amp; Tsotsos (2005): Neurobiology of Attention (sections Foundations and Systems). Amsterdam (Elsevier) 3-196 resp. 547-676.</li> </ul>
Bemerkungen / <i>Comments</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende aus der Elektrotechnik sowie der Informatik mit Nebenfach Psychologie werden bei der Vergabe der Plätze bevorzugt.</li> <li>• <i>Electrical engineering students and computer science students with a psychology minor are favored for the allocation of seats.</i></li> </ul>

### Advanced Topics in Robotics

Modul / <i>Module</i>	Advanced Topics in Robotics
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.23020, L.048.92006
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Mertsching, Bärbel Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	GET Lab
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 60h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 180h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/atir">http://getwww.uni-paderborn.de/teaching/atir</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i>	
<p>Die Veranstaltung Advanced Topics in Robotics baut auf dem Kurs Robotics auf. Sie führt die teilnehmenden Studierenden an aktuelle Forschungsfragen im Bereich autonomer und teleoperierter mobiler Roboter zur Lösung interdisziplinärer Probleme heran. Die Herausforderungen für die Entwicklung intelligenter mobiler Systeme werden analysiert und aktuelle Lösungen vorgestellt.</p> <p><i>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.</i></p>	

## Inhalt / Contents

- 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
  
- *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*

## Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences

### **Fachkompetenz / Domain competence:**

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.

*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.*

### **Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Programmierung in C.

*The students have a good command of programming in the C language*

## Methodische Umsetzung / Implementation

- 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.
  
- *The theoretical and methodical fundamentals will be introduced during the lecture.*
- *The methods presented will be practiced during the subsequent exercise / lab part.*

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finally, the participants will implement, test, and apply simple algorithms.</li> <li>• The necessary programming skills will be taught during the practical, this is explicitly not considered a programming course.</li> </ul>
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</b>
Keine / None
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules</b>
Keine / None
<b>Prüfungsmodalitäten / Assessments</b>
Mündliche Prüfung / oral exam
<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>
Englisch / English
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>
<p>Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung werden noch bekannt gegeben.</p> <p><i>Allocation of lecture notes; information on textbooks stocked in the textbook collection will be announced later.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mertsching, Bärbel: Robotics (lecture notes)</li> <li>• McKerrow, Phillip J.: Introduction to Robotics. Addison-Wesley, 1991</li> <li>• Siegwart, Roland; Nourbakhsh, Illah R. and Scaramuzza, David: Introduction to Autonomous Mobile Robots. The MIT Press, 2011, ISBN-13: 978-0262015356</li> </ul>

## Fahrerassistenzsysteme

Modul / Module	Fahrerassistenzsysteme Driver Assistance Systems
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.23004
Koordinator / Coordinator	Büker, Ulrich Dr.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	GET Lab
Typ / Type	
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / Time of attendance: 0h Selbststudium / Self-study: 0h Ges. Arbeitspensum / Total workload: 0h
Leistungspunkte / Credits	
Modulseite / Module Homepage	<a href="https://getwww.uni-paderborn.de/teaching/fas">https://getwww.uni-paderborn.de/teaching/fas</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester winter semester
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	

<b>Inhalt / Contents</b>
<p>Das Themenspektrum umfasst die eingesetzten Technologie wie z.B. Kameratechnologie, laufzeit-basierte Messverfahren und Radar sowie Anwendungen wie z.B. intelligenter Tempomat, automatische Notbremse, automatisches Einparken, Out of Position Detektion und Biometrische Identifikation.</p> <p><i>The range of topics includes the deployed technologies, such as camera technology, run-time base measuring systems and radar as well as application such as intelligent cruise control, automatic emergency break, automatic/machine-aided parking, out-of-position detection, and biometric identification.</i></p>
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>
<p>Das Seminar <i>Fahrerassistenzsysteme</i> behandelt Technologien und Anwendungen zur Unterstützung des Fahrers im Automobil. Dazu sollen von den Studenten/innen selbständig verschiedene Themen erarbeitet, in einem Seminarpapier erläutert und in einem Vortrag präsentiert werden. Einführende Literatur zu den einzelnen Themengebieten wird dabei gestellt. Die Studenten/innen sollen durch die Teilnahme am Seminar einige wichtige Bereiche der Fahrerassistenzsysteme kennen lernen. Dies umfasst sowohl die eingesetzten Sensor-Technologien als auch die Anwendungen. Darüber hinaus werden Aspekte zur Präsentations- und Vortragstechnik vermittelt.</p> <p><i>The seminar Driver assistance systems introduces technologies and applications for assisting drivers in their vehicles. Students are expected to independently work out several topics, explain them in a seminar paper and give a presentation on their work. A list of preliminary literature on each of the topics will be provided. This seminar is intended to introduce students to some of the important areas of driver assistance systems, including their application and deployed sensor technologies. In addition, aspects of presentation and lecture techniques are communicated.</i></p>
<b>Methodische Umsetzung / Implementation</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Teilnehmer/innen sollen selbständig die angebotenen Themen erarbeiten und im Seminar vorstellen.</li> <li>• <i>Participants are expected to indepently work out the offered topics and present their work in the seminar.</i></li> </ul>
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgeschlossenes Grundstudium (Semester 1-4 der verschiedenen Studiengänge)</li> <li>• Interesse an den angebotenen Themen</li> <li>• <i>Completed basic study period (semester 1-4 of various study programs)</i></li> <li>• <i>Interest in the offered topics</i></li> </ul>
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules</b>
Keine / None
<b>Prüfungsmodalitäten / Assessments</b>
Mündliche Prüfung / oral exam
<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>
Deutsch / German
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>

### III.3.3 Kommunikationstechnik

<b>Katalogname</b> <i>Name of catalogue</i>	<b>Kommunikationstechnik</b> <i>Communications</i>
--	---

Modulnummer / <i>Module ID</i>	v1 M.048.2400, M.048.2440 v2 M.048.2401, M.048.2402, M.048.2441, M.048.2442
Lehrveranstaltungen im Katalog <i>Courses</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektromagnetische Feldsimulation</li> <li>• Hochfrequenztechnik</li> <li>• Optimale und adaptive Filter</li> <li>• Statistical Signal Processing</li> <li>• Ausgewählte Kapitel der theoretischen Elektrotechnik</li> </ul>
Semester	2.-4. / 2 <sup>nd</sup> -4 <sup>th</sup> semester of master course
Modulart <i>Module type</i>	
Katalogbetreuer <i>Catalogue advisor</i>	Hüb-Umbach, Reinhold, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch oder Englisch je nach Kurs / <i>German or English, depending on courses</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesung und Übung <i>Lecture combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2U 2L / 2Ex
Kreditpunkte / Credits ECTS	6 pro Veranstaltung / <i>6 per course</i>
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>Kommunikationstechnik beschäftigt sich nicht nur mit der Darstellung, Codierung, Übertragung und Speicherung von Information, sondern auch mit deren Analyse und Interpretation.</p> <p>Es wird erwartet, dass die Studierenden bereits grundlegende Kenntnisse der Übertragungstechnik aus einem vorangegangenen Bachelorstudium aufweisen. Durch Auswahl entsprechender Wahlpflichtfächer aus dem angebotenen Katalog haben sie Gelegenheit, vertiefende Kenntnisse in verschiedenen Bereichen der Kommunikationstechnik zu erwerben. Das angebotene Fächerspektrum umfasst Themen aus den Bereichen Hochfrequenztechnik, Kommunikationsnetze und -systeme, digitale Signalverarbeitung, sowie Sprach- und Bildverarbeitung.</p> <p><i>Communications Engineering is not only concerned with the representation, coding, transmission and storage of information, but also with the analysis and interpretation. It is expected that students are familiar with a basic knowledge of communications technology from their prior Bachelor studies. By choosing courses from the catalogue they can deepen their expertise in different fields, such as high-frequency technology, communication networks and systems, digital signal</i></p>

	<i>processing and speech or image processing.</i>
Prüfungsmodalitäten Assessments	1 mündliche oder 1 schriftliche Prüfung oder 1 Referat <i>1 oral or 1 written exam or 1 seminar paper</i>

### Elektromagnetische Feldsimulation

Modul / Module	Elektromagnetische Feldsimulation
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.24006, L.048.92013
Koordinator / Coordinator	Sievers, Denis, Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Fachgebiet Theoretische Elektrotechnik
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 60h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www.tet.upb.de">http://www.tet.upb.de</a>
Zeitmodus / Semester	Winter- und Sommersemester <i>winter and summer semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Veranstaltung Elektromagnetische Feldsimulation bietet eine Einführung in moderne Simulationsverfahren für elektromagnetische Feldprobleme. Im Mittelpunkt steht mit der Methode der Finiten Integration (FIT) ein moderner, sehr effizienter und erfolgreicher Ansatz aus der Klasse der gitterbasierten Verfahren. Es können Feldprobleme der Statik, Quasistatik und schnellveränderliche Felder (elektromagnetische Wellen) bei nahezu beliebiger Materialverteilung behandelt werden. Die Modellierung mit FIT führt dabei auf algebraische Matrixgleichungen, deren Lösung ebenfalls einführend besprochen wird. Außerdem kommen einige verwandte Verfahren wie Finite Differenzen und Finite Elemente zur Sprache. Ziel der Lehrveranstaltung ist u.a., die Möglichkeit und Grenzen der besprochenen Verfahren im praktischen Einsatz kennen zu lernen und einschätzen zu können. Außerdem wird das Fundament für eine Weiterentwicklung der Algorithmen im Rahmen wissenschaftlicher Projekte gelegt.</p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
Die Vorlesung Elektromagnetische Feldsimulation gliedert sich wie folgt	

- Einführung

- Motivation
- Klassifizierung von Lösungsmethoden
- Numerische Ansätze

- Grundlagen der Methode der finiten Integration

- Gitter-Maxwellgleichungen
- Eigenschaften der Diskretisierungsmatrizen
- Randbedingungen

- Lösung elektromagnetischer Feldprobleme

- Statische Felder
- Zeitveränderliche Felder
- Zeitharmonische Felder (Frequenzbereich)
- Transiente Felder (Zeitbereich)

Lernergebnisse und Kompetenzen / *Learning outcomes and competences*

**Fachkompetenz / *Domain competence:***

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

- komplexe elektromagnetische Feldprobleme mathematische zu beschreiben (Modellbildung)
- einfache numerische Algorithmen auf einer Rechenanlage umzusetzen (Implementierung)
- numerisch gewonnene Ergebnisse zu visualisieren und physikalisch zu deuten (Interpretation)

**Fachübergreifende Kompetenzen / *Key qualifications:***

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

Methodische Umsetzung / *Implementation*

Die theoretischen Konzepte werden in der Form einer Vorlesung präsentiert, in der zugehörigen programmierpraktischen Übung werden für einfache Problemstellungen der Simulationstechnik kleine Matlab-Programme erstellt.

Inhaltliche Voraussetzungen / *Prerequisites*

Fundierte Kenntnisse aus dem Bereich der elektromagnetischen Feldtheorie, die in den Veranstaltungen "Feldtheorie", "Elektromagnetische Wellen" und "Theoretische Elektrotechnik" vermittelt werden

Kombinationshinweise - Überschneidungen / *Related and overlapping modules*

Keine / *None*

Prüfungsmodalitäten / <i>Assessments</i>
Mündliche Prüfung / <i>oral exam</i>
Unterrichtssprache / <i>Teaching Language</i>
Deutsch / <i>German</i>
Lehrmaterialien, Literaturangaben / <i>Teaching Material, Literature</i>
Vorlesungsfolien und Tafelanschrieb

## Hochfrequenztechnik

Modul / <i>Module</i>	<b>Hochfrequenztechnik</b> <b>High Frequency Engineering</b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.24007, L.048.92002
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Noé, Reinhold Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Optoelektronik <i>Optoelectronics</i>
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 0h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 0h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://ont.upb.de">http://ont.upb.de</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
<p>Diese Vorlesung vermittelt anwendungsorientierte Kenntnisse in der Hochfrequenztechnik. Ferner werden Kenntnisse über aktive und passive Hochfrequenzschaltungen vermittelt.</p> <p><i>This lecture gives application-oriented knowledge in high frequency engineering. Furthermore, it gives knowledge in active and passive high-frequency circuits.</i></p>	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
<p>Die Veranstaltung <b>Hochfrequenztechnik</b> (4 SWS, 6 Leistungspunkte) erweitert das in der Veranstaltung Theoretische Elektrotechnik erworbene Wissen um weitere anwendungsrelevante Anteile. Ziel ist es, die Hörer für Entwicklungsarbeiten z.B. im hochfrequenten Teil eines Mobiltelefons zu befähigen. Gesichtspunkte der Hochfrequenztechnik sind aber auch schon in gängigen Digital-schaltungen zu berücksichtigen. Die Schwerpunkte der Veranstaltung sind passive Baugruppen, Hochfrequenzeigenschaften der Transistorgrundschaltungen, lineare und nichtlineare Verstärker, rauschende Mehrpole, Mischer, Oszillatoren, Synchronisation und Phasenregelschleife.</p> <p><i>The lecture <b>High-Frequency Engineering</b> (4 SWS, 6 ECTS credit points) extends the content of the lecture Theoretische Elektrotechnik by further application-relevant knowledge. The aim is to qualify the students for development tasks for example in the radio frequency part of a mobile telephone. But considerations of high-frequency engineering are also needed in prevalent digital circuits. The emphases of the lecture are passive devices, high-frequency properties of fundamental transistor cir-</i></p>	

<i>cuits, linear and nonlinear amplifiers, noisy multiports, mixers, oscillators, injection-locking and phase-locked loop</i>
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>
<b>Methodische Umsetzung / <i>Implementation</i></b>
Vorlesung und Übung <i>Lecture and exercise</i>
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / <i>Prerequisites</i></b>
Keine / <i>None</i>
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / <i>Related and overlapping modules</i></b>
Keine / <i>None</i>
<b>Prüfungsmodalitäten / <i>Assessments</i></b>
Mündliche Prüfung / <i>oral exam</i>
<b>Unterrichtssprache / <i>Teaching Language</i></b>
Deutsch und Englisch / <i>German and English</i>
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / <i>Teaching Material, Literature</i></b>
Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug):  <i>Scripts, exercise sheets and advanced literature (excerpt):</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thiede, A.: Skriptum Hochfrequenzelektronik/High-Frequency Electronics, Universität Paderborn</li> <li>• Sze, S. M.: High Speed Semiconductor Devices, John Wiley &amp; Sons, 1990</li> <li>• Herbst, L. J.: Integrated Circuit Engineering, Oxford University Press, 1996</li> <li>• Yip, P. C. L.: High-Frequency Circuit Design and Measurement, Chapman &amp; Hall, 1996</li> <li>• Gonzalez, G.: Microwave Transistor Amplifiers, Prentice Hall, 1997</li> <li>• Hoffmann, M.: Hochfrequenztechnik, Springer, 1997</li> </ul>

### Optimale und adaptive Filter

<b>Modul / <i>Module</i></b>	<b><i>Optimal and Adaptive Filters</i></b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.24010, L.048.92011
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Schmalenströer, Jörg, Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Nachrichtentechnik <i>Department of Communications Engineering</i>
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 60h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 180h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6

Modulseite / Module Homepage	<a href="http://nt.uni-paderborn.de/index.php?id=oaf&amp;L=2">http://nt.uni-paderborn.de/index.php?id=oaf&amp;L=2</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester winter semester
Kurzbeschreibung / Short Description	
<p>Die Veranstaltung „Optimale und adaptive Filter“ führt in die grundlegenden Techniken und Theorien zur adaptiven Filterung ein. Aufbauend auf den Grundlagen der Schätztheorie werden zunächst optimale Filter diskutiert. Anschließend werden die Wiener Filter Theorie, die deterministische Optimierung unter Randbedingungen und die stochastischen Gradientenverfahren betrachtet. Abschließend werden der Least Squares Ansatz zur Lösung von Filteraufgaben und der Kalman Filter vorgestellt. Letzterer ist als Einführung in das Themengebiet der zustandsbasierten Filterung anzusehen.</p> <p><i>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.</i></p>	
Inhalt / Contents	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische Parameterschätzung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Schätzung und Schätzer</li> <li>○ MMSE-Schätzung</li> <li>○ Lineare Schätzer</li> <li>○ Orthogonalitätsprinzip</li> <li>○ Bewertung der Güte von Schätzern</li> </ul> </li> <li>• Wiener Filterung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wiener-Hopf Gleichung</li> <li>○ AR- und MA-Prozesse</li> <li>○ Lineare Prädiktion</li> </ul> </li> <li>• Iterative Optimierungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gradientenan/abstieg</li> <li>○ Newton-Verfahren</li> </ul> </li> <li>• Lineare adaptive Filterung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ LMS-Algorithmus</li> <li>○ Least-Squares Methode</li> <li>○ Blockweise und rekursive adaptive Filter</li> <li>○ Realisierungsaspekte</li> </ul> </li> <li>• Zustandsmodellbasierte Filter <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kalman Filter</li> </ul> </li> <li>• Anwendungen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Systemidentifikation</li> <li>○ Kanalschätzung und -entzerrung</li> <li>○ Mehrkanalige Sprachsignalverarbeitung</li> <li>○ Geräusch- und Interferenzunterdrückung</li> </ul> </li> <li>• <i>Classic parameter estimation</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Estimators</i></li> <li>○ <i>MMSE-Estimation</i></li> <li>○ <i>Linear estimators</i></li> <li>○ <i>Orthogonality principle</i></li> <li>○ <i>Evaluation of estimators</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Wiener filter</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Wiener-Hopf equation</i></li> <li>○ <i>AR- and MA processes</i></li> <li>○ <i>Linear prediction</i></li> </ul> </li> </ul>	

- *Iterative optimization methods*
  - *Gradient ascent/descent*
  - *Newton method*
- *Linear adaptive filters*
  - *LMS algorithm*
  - *Least-Squares method*
  - *Blockwise and recursive adaptiv filters*
  - *Realization aspects*
- *Statemodel based filters*
  - *Kalman filter*
- *Applications*
  - *System identification*
  - *Channel estimation and equalization*
  - *Multi-channel speech signal processing*
  - *Noise and interference suppression*

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

##### **Fachkompetenz / *Domain competence:***

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.

*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.*

##### **Fachübergreifende Kompetenzen / *Key qualifications:***

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.

*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.*

#### Methodische Umsetzung / *Implementation*

- Vorlesungen mit Tafeleinsatz und Präsentationen,

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abwechselnde theoretische und praktische Präsenzübungen mit Übungsblättern und Rechnern und</li> <li>• Demonstrationen von Systemen in der Vorlesung</li> <li>• <i>Lectures using the blackboard and presentations,</i></li> <li>• <i>Alternating theoretical and practical exercises classes with exercise sheets and computer and</i></li> <li>• <i>Demonstration of real technical systems in the lecture hall.</i></li> </ul>
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</b>
Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik und Digitale Signalverarbeitung. <i>Prior knowledge from the modules Higher Mathematics and Digital Signal Processing</i>
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules</b>
Keine / None
<b>Prüfungsmodalitäten / Assessments</b>
Mündliche Prüfung / oral exam
<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>
Deutsch oder Englisch / German or English
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>
Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher; Matlab Skripte <i>Allocation of a script; information on textbooks; matlab scripts</i>

## Statistical Signal Processing

<b>Modul / Module</b>	<b>Statistische Signalverarbeitung Statistical Signal Processing</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.24014, L.048.92004
Koordinator / Coordinator	Prof. Dr. Peter Schreier
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Fachgebiet Signal- und Systemtheorie Signal and System Theory Group
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / Time of attendance: 60h Selbststudium / Self-study: 120h Ges. Arbeitspensum / Total workload: 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://sst.upb.de/teaching">http://sst.upb.de/teaching</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester winter semester
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
Unter "Statistical signal processing" versteht man die Techniken, die Ingenieure und Statistiker be-	

nutzen, um unvollständige und fehlerbehaftete Messungen auszuwerten. Diese Veranstaltung beschäftigt sich mit einer Auswahl von Themen aus den wesentlichen Bereichen Detektion, Schätztheorie und Zeitreihenanalyse.

*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.*

#### Inhalt / Contents

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.

*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.*

#### 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.*

#### Methodische Umsetzung / Implementation

Vorlesung und Übung

*Lectures and tutorials*

#### Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites

Grundvorlesungen der Signaltheorie und Wahrscheinlichkeitsrechnung

*Undergraduate courses in signal processing and probability*

#### Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules

Keine / None

#### Prüfungsmodalitäten / Assessments

Schriftliche oder mündliche Prüfung, je nach Anzahl der Teilnehmer.

*Written or oral exam, depending on the number of students.*

#### Unterrichtssprache / Teaching Language

Englisch / English

#### Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature

- L. L. Scharf, Statistical Signal Processing - Detection, Estimation, and Time Series Analysis, Addison Wesley, 1991

- P. J. Schreier and L. L. Scharf, Statistical signal processing of complex valued data, Cambridge

University Press, 2010

- Lecture slides and tutorial questions

## Ausgewählte Kapitel der theoretischen Elektrotechnik

Modul / Module	Ausgewählte Kapitel der theoretischen Elektrotechnik
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.24023
Koordinator / Coordinator	Sievers, Denis, Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Fachgebiet Theoretische Elektrotechnik
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 60h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www.tet.upb.de">http://www.tet.upb.de</a>
Zeitmodus / Semester	Winter- und Sommersemester <i>winter and summer semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
Die Veranstaltung Ausgewählte Kapitel der theoretischen Elektrotechnik erweitert und vertieft das in der Pflichtveranstaltung Theoretische Elektrotechnik erworbene Wissen über die elektromagnetische Wellenausbreitung im Freiraum und auf Wellenleitern um ausgewählte Themengebiete. Neben der feldtheoretischen Behandlung von weiteren praxisrelevanten Wellenleiterstrukturen sowie von Antennen- und Abstrahlungsproblemen wird die Streuparametertheorie aus wellentheoretischer Sicht entwickelt.	
<b>Inhalt / Contents</b>	
Die Vorlesung Ausgewählte Kapitel der theoretischen Elektrotechnik gliedert sich wie folgt	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Theorie von Eigenwellen und deren Anwendung in der Streuparametertheorie</li><li>• Der Greensche Satz und das Huygensche Äquivalenzprinzip</li><li>• Antennentheorie</li></ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<b>Fachkompetenz / Domain competence:</b>	
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,	
<ul style="list-style-type: none"><li>• einfache elektromagnetische Feldprobleme mathematische zu beschreiben (Modellbildung)</li><li>• eine geeignete analytische Lösungsmethode auszuwählen und anzuwenden (Lösung)</li><li>• die gewonnenen Ergebnisse zu veranschaulichen und physikalisch zu deuten (Interpretation)</li></ul>	

**Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

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

**Methodische Umsetzung / Implementation**

Die theoretischen Konzepte werden in der Form einer Vorlesung präsentiert, die daneben aber auch einen großen Anteil an Feldvisualisierungen enthält. In den Übungen wird die Theorie anhand von einfachen Fragestellungen und Rechenbeispielen vertieft, die während der Präsenzübungen selbstständig gelöst werden.

**Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Vorkenntnisse aus dem Pflichtmodul Theoretische Elektrotechnik

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

**Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Mündliche Prüfung / oral exam

**Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch / German

**Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

Vorlesungsfolien und Tafelanschrieb, weitere Literaturempfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

**III.3.4 Mikroelektronik**

<b>Katalogname Name of catalogue</b>	<b>Mikroelektronik Micro Electronics</b>
Modulnummer / Module ID	v1 M.048.2500, M.048.2550 v2 M.048.2501, M.048.2502, M.048.2551, M.048.2552
Lehrveranstaltungen im Katalog Courses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnelle integrierte Schaltungen für die digitale Kommunikationstechnik</li> <li>• Test hochintegrierter Schaltungen</li> <li>• Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on Chip</li> <li>• Technologie hochintegrierter Schaltungen</li> <li>• Hochfrequenzleistungsverstärker</li> <li>• Theorie und Anwendung von Phasenregelkreisen (PLL-Systemen)</li> </ul>

Semester	2.-4. / 2 <sup>nd</sup> -4 <sup>th</sup> semester of master course
Modulart <i>Module type</i>	
Katalogbetreuer <i>Catalogue advisor</i>	Hilleringmann, Ulrich, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch oder Englisch je nach Kurs / <i>German or English, depending on courses</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesung und Übung <i>Lecture combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2U 2L / 2Ex
Kreditpunkte / Credits ECTS	6 pro Veranstaltung / 6 per course
Lernziele <i>Learning objectives</i>	Die Veranstaltungen des Katalogs vermitteln vertiefende Kenntnisse über die Entwicklung, die Simulation und den Entwurf integrierter Mikrosysteme und liefern den erfolgreich Studierenden die im Berufsfeld der Halbleitertechnik geforderten Kenntnisse zum Schaltungsentwurf und zur Entwicklung und Herstellung von Mikrosystemen. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur problemorientierten Auswahl geeigneter Modelle zur Veranschaulichung und Simulation und die Fähigkeit zur Beurteilung logischer Wechselwirkungen zwischen komplexen Prozessteilen.
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	1 mündliche Prüfung oder 1 Referat <i>1 oral or 1 seminar paper</i>

### Schnelle integrierte Schaltungen für die digitale Kommunikationstechnik

Modul / <i>Module</i>	<b>Schnelle integrierte Schaltungen für die digitale Kommunikation</b> <b><i>Fast Integrated Circuits for Digital Communications</i></b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.90704, L.048.11001, L.048.25019
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Scheytt, Christoph, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Schaltungstechnik <i>System and Circuit Technology</i>
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 60h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 180h

Leistungs- punkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/fast-integrated-circuits-for-digital-communications/">https://www.hni.uni-paderborn.de/en/system-and-circuit-technology/teaching/fast-integrated-circuits-for-digital-communications/</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p><i>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.</i></p> <p><i>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.</i></p> <p><i>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.</i></p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>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.</p> <p>Die Vorlesung behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sende- und Empfangsarchitekturen für die Glasfaserkommunikation</li> <li>• Sende- und Empfangsarchitekturen für die Chip-to-chip-Kommunikation</li> <li>• Systemtheoretische Grundlagen</li> <li>• Halbleitertechnologien und integrierte HF-Bauelemente</li> </ul>	

- Verstärkerschaltungen
- Logikschaltungen in Stromschaltertechnik (CML)
- PLL-Technik für Synthesizer und Taktrückgewinnung
- Messverfahren

*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*
- *Transmitter and receiver circuits*
- *PLLs for frequency synthesis and clock recovery*
- *Measurement methods*

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

##### **Fachkompetenz / *Domain competence:***

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 Send- und Empfangsschaltungen zu analysieren und Maßnahmen zur Optimierung zu beschreiben.*
- *Schaltungen in PLL-Technik für Frequenzsynthese und Taktrückgewinnung zu beschreiben.*
- *Messmethoden zu beschreiben.*

*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

**Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

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.

*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.*

**Methodische Umsetzung / Implementation**

Vorlesung mit Übungen (einschließlich rechnerunterstütztem Entwurf mit IC-Entwurfssoftware)

*Lecture with Exercises (including computer-aided design using electronic design software)*

**Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Vorlesung "Schaltungstechnik" des Bachelor Elektrotechnik oder Vorlesung "Circuit and System Design" des Master "Electrical Systems Engineering" oder vergleichbare Vorlesungen

*Lecture "Schaltungstechnik" of the Bachelor Electrical Engineering or lecture "Circuit and System Design" of the Master "Electrical Systems Engineering" or comparable lectures*

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

**Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Mündliche Prüfung / oral exam

**Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch oder Englisch (je nach Nachfrage) / German or English (depending on demand)

**Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

Handouts und Literatur-Referenzen werden in der Vorlesung gegeben.

*Handouts and literature references will be given in the lecture.*

**Bemerkungen / Comments**

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).

*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).*

**Test hochintegrierter Schaltungen**

Modul / Module	<b>Test hochintegrierter Schaltungen</b> <b>VLSI Testing</b>
Veranstaltungsnummer /	L.048.25005, L.048.92027

Course ID	
Koordinator / Coordinator	Hellebrand, Sybille, Prof. Dr. rer. nat.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Fachgebiet Datentechnik Computer Engineering Group
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 45h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 135h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www.date.uni-paderborn.de/lehre/lehrveranstaltungen/">http://www.date.uni-paderborn.de/lehre/lehrveranstaltungen/</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Lehrveranstaltung "Test hochintegrierter Schaltungen" behandelt systematische Verfahren zur Erkennung von Hardware-Defekten in mikroelektronischen Schaltungen. Es werden sowohl Algorithmen zur Erzeugung und Auswertung von Testdaten als auch Hardwarestrukturen zur Verbesserung der Testbarkeit und für den eingebauten Selbsttest vorgestellt.</p> <p><i>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.</i></p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>Im einzelnen werden die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlermodelle</li> <li>• Testbarkeitsmaße und Maßnahmen zur Verbesserung der Testbarkeit</li> <li>• Logik- und Fehlersimulation</li> <li>• Algorithmen zur Testmustererzeugung</li> <li>• Selbsttest, insbesondere Testdatenkompression und Testantwortkompaktierung</li> <li>• Speichertest</li> </ul> <p><i>In detail the following topics are covered:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fault models</i></li> <li>• <i>Testability measures and design for test (DFT)</i></li> <li>• <i>Logic and fault simulation</i></li> <li>• <i>Automatic test pattern generation (ATPG)</i></li> <li>• <i>Built-in self-test (BIST), in particular test data compression and test response compaction</i></li> <li>• <i>Memory test</i></li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<p><b>Fachkompetenz / Domain competence:</b></p> <p>Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p>	

- 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.

*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.*

### **Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

Die Studierenden können

- die trainierten Problemlösungsstrategien disziplinübergreifend einsetzen,
- ihre Lösungen den anderen Teilnehmern präsentieren und
- die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen.

*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.*

### **Methodische Umsetzung / Implementation**

- 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
- *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*

### **Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Grundlagen der Technischen Informatik

*Introduction to Computer Engineering (Digital Design)*

### **Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

### **Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Mündliche Prüfung / *oral exam*

### **Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch oder Englisch / *German or English*

### **Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug):

*Scripts, exercise sheets and advanced literature (excerpt):*

- 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
- Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien auf der Webseite

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

Modul / Module	<b>Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.25016, L.048.92007
Koordinator / Coordinator	Hellebrand, Sybille, Prof. Dr. rer. nat.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Fachgebiet Datentechnik Computer Engineering Group
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 45h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 135h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www.date.uni-paderborn.de/lehre/lehrveranstaltungen/">http://www.date.uni-paderborn.de/lehre/lehrveranstaltungen/</a>
Zeitmodus / Semester	Winter- und Sommersemester <i>winter and summer semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Lehrveranstaltung "Algorithms and Tools for Test and Diagnosis of Systems on a Chip" befasst sich mit aktuellen Ansätzen zum Test und zur Diagnose von integrierten Systemen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Algorithmen und Werkzeugen zur rechnergestützten Vorbereitung und Durchführung von Test und Diagnose.</p> <p><i>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.</i></p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>Unter anderem werden die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielle Verfahren für den eingebauten Selbsttest und für den eingebetteten Test</li> <li>• Eingebaute Diagnose</li> <li>• Test robuster und selbstadaptiver Systeme</li> </ul>	

- Adaptives Testen

*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*

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

##### **Fachkompetenz / *Domain competence:***

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.

*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.*

##### **Fachübergreifende Kompetenzen / *Key qualifications:***

Die Studierenden können

- vorhandenes Grundlagenwissen zur selbständigen Erarbeitung neuer Inhalte einsetzen,
- die erarbeiteten neuen Inhalte in einem Fachvortrag präsentieren und
- die erarbeiteten neuen Inhalte in einer schriftlichen Ausarbeitung nach den Richtlinien wissenschaftlicher Fachartikel beschreiben.

*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.*

#### Methodische Umsetzung / *Implementation*

- Vorlesung mit Beamer und Tafel
- Selbstständige Ausarbeitung neuer Inhalte anhand aktueller Literatur
- Präsentation der neuen Inhalte im Rahmen eines Fachvortrags und
- Schriftliche Ausarbeitung
- *Lecture based on slide presentation, extensions on blackboard*
- *Self-study on recent approaches based on recent conference and journal publications*
- *Oral presentation*
- *Manuscript*

<b>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</b>
Grundlagen der Technischen Informatik <i>Introduction to Computer Engineering</i>
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules</b>
Kenntnisse aus der LV „Test hochintegrierter Schaltungen“ sind vorteilhaft aber nicht notwendig. <i>The course “VLSI Testing” is recommend as a prerequisite but not necessary.</i>
<b>Prüfungsmodalitäten / Assessments</b>
1 Referat (Ausarbeitung und Vortrag) <i>1 seminar paper (Manuscript and oral presentation)</i>
<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>
Englisch / <i>English</i>
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien</li> <li>• Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien auf der Webseite</li> <li>• <i>Vorlesungsfolien</i></li> <li>• <i>Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien auf der Webseite</i></li> <li>• Michael L. Bushnell, Vishwani D. Agrawal, „Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory, and Mixed-Signal VLSI Circuits,“ Kluwer Academic Publishers, 2000</li> <li>• Laung-Terng Wang, Cheng-Wen Wu, Xiaoqing Wen, „VLSI Test Principles and Architectures: Design for Testability,“ Morgan Kaufmann Series in Systems on Silicon, ISBN: 0123705975</li> <li>• Artikel aus Fachzeitschriften und Konferenzbänden / Articles from Journals and Conference Proceedings (e.g. IEEE Transactions on Computers, IEEE Transactions on CAD of Integrated Circuits and Systems, IEEE International Test Conference, etc.)</li> </ul>

## Technologie hochintegrierter Schaltungen

Modul / <i>Module</i>	<b>Technologie hochintegrierter Schaltungen</b> <b><i>Technology of highly integrated circuits</i></b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.25009
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Hilleringmann, Ulrich, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Fachgebiet Sensorik <i>Sensor Technology Group</i>
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 0h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 0h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite /	<a href="http://Sensorik.uni-paderborn.de/lehre">http://Sensorik.uni-paderborn.de/lehre</a>

<i>Module Homepage</i>	
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Lehrveranstaltung „Technologie hochintegrierter Schaltungen“ behandelt die Grundlagen der Höchstintegration von Halbleiterschaltungen. Ausgehend vom Standard CMOS-Prozess werden Probleme bei der Erhöhung der Packungsdichte, sowie deren Lösungen vorgestellt. Hierbei werden die Lokale Oxidation, die SOI-Technik, sowie Prozesserweiterungen zur Höchstintegration vermittelt. Anschließend werden Integrationstechniken für Bipolartransistoren erläutert.</p> <p><i>The course “Technology of highly integrated circuits” focuses on very large-scale integration of semiconductor devices. Starting from standard CMOS-Processing, problems of increasing the integration density and their solutions will be discussed. Here the Local Oxidation of Silicon, Silicon on Insulator and process steps for very large-scale integration are explained. Subsequently integration techniques for bipolar transistors are illustrated.</i></p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>Im einzelnen werden die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokale Oxidation von Silizium</li> <li>• MOS-Transistoren für die Höchstintegration</li> <li>• SOI-Techniken</li> <li>• Integrationstechniken für Bipolartransistoren</li> <li>• Nanoskalige Transistoren</li> <li>• Weitere Transistor-Konzepte</li> </ul> <p><i>In detail the following topics are covered:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Local Oxidation of Silicon</i></li> <li>• <i>MOS-Transistors for very large-scale integration</i></li> <li>• <i>SOI-Technology</i></li> <li>• <i>Integration of Bipolar Transistors</i></li> <li>• <i>Nano Scale Transistors</i></li> <li>• <i>Other Transistor concepts</i></li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<p><b>Fachkompetenz / Domain competence:</b></p> <p>Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine geeignete Lokale Oxidationstechnik zur Integration von Transistoren auswählen und Schichtdicken zu berechnen.</li> <li>• Integrationstechniken für Transistoren mit Nanometer-Abmessungen zu beschreiben.</li> <li>• Transistorherstellung mit Hilfe der SOI-Technik erklären.</li> <li>• Prozesse für Schaltungen mit Bipolartransistoren zu planen.</li> <li>• Schaltungen in BiCMOS Technologie zu beschreiben.</li> </ul> <p><i>After attending the course, the students will be able</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>to choose Local Oxidation of Silicon method for integration of transistors and calculate layer thicknesses</i></li> <li>• <i>to explain the integration of nano-scale transistors</i></li> <li>• <i>to explain transistor manufacturing with SOI-Technology.</i></li> </ul>	

- *to develop processes for circuits with bipolar transistors.*
- *to explain circuits in BiCMOS-Technology.*

**Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

Die Studierenden können

- die trainierten Problemlösungsstrategien disziplinübergreifend einsetzen,
- ihre Lösungen den anderen Teilnehmern präsentieren und
- die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen.

*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.*

**Methodische Umsetzung / Implementation**

- Vorlesung mit Beamer und Tafel
- Präsenzübungen in kleinen Gruppen mit Übungsblättern zu den theoretischen Grundlagen, Prä-sentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer
- *Lecture based on slide presentation, extensions on blackboard*
- *Exercises in small groups based on exercise sheets with students presenting their own solutions*

**Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Werkstoffe der Elektrotechnik, Halbleiterbauelemente, Halbleiterprozesstechnik

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

**Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Mündliche Prüfung / oral exam

**Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch und Englisch / German and English

**Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

Vorlesungsfolien / Handouts of lecture slides

- Hilleringmann, U.: Silizium-Halbleitertechnologie, Teubner Verlag
- Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien auf der Webseite

*Additional links to books and other material available at the webpage*

**Hochfrequenzleistungsverstärker**

Modul / Module	<b>Hochfrequenzleistungsverstärker Radio Frequency Power Amplifiers</b>
Veranstaltungsnummer /	L.048.25015, L.048.92025

Course ID	
Koordinator / Coordinator	Thiede, Andreas Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Höchstfrequenzelektronik High Frequency Electronics
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / Time of attendance: 60h Selbststudium / Self-study: 120h Ges. Arbeitspensum / Total workload: 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://groups.uni-paderborn.de/hfe/lehre/acc.html">http://groups.uni-paderborn.de/hfe/lehre/acc.html</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester winter semester
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Veranstaltung vermittelt grundlegende Kenntnisse über den Entwurf integrierter Hochfrequenzleistungsverstärker insbesondere für Anwendungen in der Mobilkommunikation und der Sensorik.</p> <p><i>The course provides basic knowledge on the design of integrated RF power amplifiers, in particular for mobile communication and sensor applications.</i></p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>Die Veranstaltung beginnt mit einem Überblick über Analyse- und Simulationsverfahren für nichtlineare Verstärkerschaltungen. Danach werden zunächst die herkömmlichen Verstärkerklassen A, AB, B und C analysiert und dabei insbesondere Übersteuerungseffekte untersucht. Darauf aufbauend werden die speziellen Verstärkerklassen D, E, F und S eingeführt. Anschließend werden Techniken zur Verbesserung des Wirkungsgrades sowie der Linearität erläutert und spezielle Verstärkerarchitekturen vorgestellt. Die Veranstaltung endet mit einer Übersicht über für Leistungsverstärker einsetzbare Halbleitertechnologien.</p> <p><i>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.</i></p>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<b>Fachkompetenz / Domain competence:</b>	
<p>Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Verhalten von nichtlinearen Verstärkern zu beschreiben und analysieren,</li> <li>• die verschiedenen Verstärkerklassen zu unterscheiden, zielgerichtet einzusetzen und zu dimensionieren,</li> <li>• geeignete Maßnahmen zur Verbesserung des Wirkungsgrades sowie der Linearität zu ergreifen</li> <li>• und die für konkrete Problemstellungen geeignetste Halbleitertechnologie auswählen.</li> </ul> <p><i>After attending the course, the students will be able to</i></p>	

- 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.

**Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

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.

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.

**Methodische Umsetzung / Implementation**

- 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.
- 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.

**Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik, Physik, Grundlagen der Elektrotechnik, Werkstoffe der Elektrotechnik, Halbleiterbauelemente, Signaltheorie und Systemtheorie, Hochfrequenzelektronik.

*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.*

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

**Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Mündliche Prüfung / oral exam

**Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch oder Englisch (je nach Nachfrage) / German or English (depending on demand)

**Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

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

## Theorie und Anwendung von Phasenregelkreisen

Modul / Module	<b>Anwendung und Theorie von Phasenregelkreisen</b> <b><i>Application and theory of phase-locked loops</i></b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L048.25018
Koordinator / Coordinator	Hilleringmann, Ulrich, Prof. Dr.-Ing. Hedayat, Christian, Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Fachgebiet Sensorik <i>Sensor Technology Group</i>
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 4h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 10h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 14h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://Sensorik.uni-paderborn.de/lehre">http://Sensorik.uni-paderborn.de/lehre</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Ziel des Moduls ist es, Studierenden einen Einblick in das komplexe und nichtlineare Verhalten eines Phasenregelkreises zu gewähren. Hinzukommend sollen dabei die theoretischen Aspekte anhand wichtiger Anwendungen der Regelschleife für die Nachrichtentechnik, Messtechnik und Energietechnik (Modulation, Demodulation und Frequenzsynthese) dargelegt werden. Der Studierende wird sehr eingehend mit den grundlegenden Problemen eines Digital-Analog-Systems konfrontiert. Im Zuge dieser Betrachtung werden verschiedene Modellierungen erarbeitet und gegenübergestellt. Besonderer Wert wird auf eine praxisbezogene Analyse, sowie ein praxisbezogenes Design der untersuchten Schaltungen gelegt. Durch die Simulation des nichtlinearen Systems soll das grundlegende Verständnis solcher Strukturen erworben werden. Neben der Erarbeitung der Konzepte und einer Übung zur Vertiefung der Theorie sollen verschiedene Verfahren/Algorithmen in Matlab implementiert werden.</p> <p><i>The aim of this module is to deliver insight into the complex and nonlinear behavior of a phase locked loop. Furthermore the theoretical basis of important aspects of the control loop applications for communications, instrumentation and energy technology (modulation, demodulation and frequency synthesis) will be demonstrated. The student is confronted with the fundamental problems of a digital-analog system. As part of this consideration different models will be developed and compared. Particular emphasis is placed on a practical analysis, and a practical design of the tested circuits. By simulating the nonlinear system the basic understanding of such structures shall be acquired. In addition to the theoretical basics different methods and algorithms shall be implemented by the students using Matlab.</i></p>	

## Inhalt / Contents

### Aufbau und Eigenschaften eines Phasenregelkreises

- Grundlagen des Phasenregelkreises (PLL)
- Analoge und digitale Bausteine der PLL
- Modell

- Schaltende Differentialgleichung
- Linearisierung
- Ereignisgesteuerte Modellierung

### Design eines Frequenz Synthesizers

- Allgemeine Randbedingungen
- Konzepte zur Parameterbestimmung
- Design des spannungsgesteuerten Oszillators

### *Structure and properties of a phase-locked loop*

- *Principles of phase-locked loop (PLL)*
- *Analog and digital modules of the PLL*
- *Model*

- *Switching differential equation*
- *Linearization*
- *Event-driven modeling*

### *Design of a frequency synthesizer*

- *General conditions*
- *Concepts for parameter determination*
- *Design of the voltage controlled oscillator*

## Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences

### **Fachkompetenz / Domain competence:**

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

- den Phasenregelkreis und dessen Funktionsweise zu beschreiben,
- eine Frequenzsynthese, eine Phasen- und Frequenzmodulation und eine Taktsynchronisation mittels eines Phasenregelkreises durchzuführen,
- Mixed-Signal-Architekturen linear und nichtlinear zu modellieren und
- den Phasenregelkreis unter Berücksichtigung von Phasenrauschen, der Stabilität und der nichtlinearen Eigenschaften der Bauteile zu entwerfen,

*After attending the course, the students will be able*

- *to describe the architecture and the functionality of the phase-locked loop,*
- *to perform a frequency synthesis, a phase- and frequency modulation and a clock synchronization using a phase-locked loop,*
- *to model a mixed-signal system in a linear and nonlinear way and*
- *to design the phase-locked loop in regard to the phase noise, the nonlinear behavior and the stability.*

### **Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

Dieses Modul stellt eine Vertiefung und Erweiterung der im Hauptstudium des Bachelor/Master-Studiengangs angebotenen Module Elektronik, Regelungstechnik, Systemtheorie und Digitale Signalverarbeitung dar. Insofern ist dieses Modul auch ein Beispiel für eine fächerübergreifende Vertiefung des Stoffes.

*This module provides a deepening and widening of the modules electronics, control engineering, system theory, digital signal processing offered by the main study period of the bachelor's and master's degree. In this respect the described module is an example of the interdisciplinary deepening of the theoretical and practical aspects of the studies.*

### **Methodische Umsetzung / Implementation**

- Vorlesung mit Beamer und Tafel
- Präsenzübungen mit Übungsblättern zu den theoretischen Grundlagen, Präsentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer
- *Lecture based on slide presentation and on blackboard*
- *Exercises based on exercise sheets with students presenting their own solutions*

### **Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

System-, Regelungs- und Nachrichtentechnik

*System theory, control and communication engineering*

### **Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

### **Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Mündliche Prüfung / *oral exam*

### **Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch / *German*

### **Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

- Best, R. E.: "Phase-Locked Loops - Design, Simulation and Application"
- Gardner, F.: "Phase-Locked Techniques"
- Encinas, J.: "Phase Locked Loops"
- Hedayat, C. D. and Hachem, A. and Leduc, Y. and Benbassat, G.: "High-Level Modeling Applied to the Second-Order Charge-Pump PLL Circuit"
- Acco, P. and Kennedy, M.P. and Mira, C. and Morley, B. and Frigyik, B.: "Behavioral modeling of charge pump phase locked loops"
- Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien auf der Webseite / Additional links to books and other material available at the webpage
- *Best, R. E.: "Phase-Locked Loops - Design, Simulation and Application"*
- *Gardner, F.: "Phase-Locked Techniques"*
- *Encinas, J.: "Phase Locked Loops"*
- *Hedayat, C. D. and Hachem, A. and Leduc, Y. and Benbassat, G.: "High-Level Modeling Applied to the Second-Order Charge-Pump PLL Circuit"*
- *Acco, P. and Kennedy, M.P. and Mira, C. and Morley, B. and Frigyik, B.: "Behavioral modeling of charge pump phase locked loops"*
- *Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien auf der Webseite / Additional links to books and other material available at the webpage*

### III.3.5 Optoelektronik

Kataloname <i>Name of catalogue</i>	Optoelektronik <i>Optoelectronics</i>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	v1 M.048.2600, M.048.2660 v2 M.048.2601, M.048.2602, M.048.2661, M.048.2662
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optische Nachrichtentechnik A</li> <li>• Optische Nachrichtentechnik C</li> <li>• Hochfrequenzelektronik</li> <li>• <i>Optical Communications A</i></li> <li>• <i>Optical Communications C</i></li> <li>• <i>High-Frequency Electronics</i></li> </ul>
Semester	Master-Studiengang <i>Master Course</i>
Modulart <i>Module type</i>	Wahlpflichtmodul <i>Election compulsory module</i>
Katalobetreuer <i>Catalogue advisor</i>	Noé, Reinhold, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i> Englisch / <i>English</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2U je Lehrveranstaltung <i>2L / 2Ex per course</i>
Kreditpunkte / Credits ECTS	6 je Lehrveranstaltung
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>Künftigen Ingenieurinnen und Ingenieuren der Elektrotechnik eröffnen sich nach erfolgreichem Studium des Moduls breite Betätigungsfelder mit enormer fachlicher Tiefe. Die vermittelten Theorien und Methoden der Feldtheorie, Wellen-Teilchen-Dualismus, Statistik, höchstfrequenten Mikroelektronik und integrierten Optik machen die Absolventen einerseits zu gefragten Spezialisten, liefern aber auch das Rüstzeug für Arbeiten in vielen verwandten Gebieten wie z. B. der Nachrichtentechnik, allgemeinen Mikroelektronik und Sensorik.</p> <p><i>The successful study of this module opens wide fields of operation with enormous professional depth to future electronic engineers. The theory and methods of the field theory, the wave-particle dualism, statistics, ultra-high frequency microelectronics on one side make absolvents to demanded specialists, on the other side give knowledge</i></p>

	<i>equipment for related fields like communications technology, microelectronics and sensorics.</i>
Prüfungsmodalitäten / Assessments	1 mündliche Prüfung 1 oral exam

### Optische Nachrichtentechnik A

Modul / Module	<b>Optical Communication A</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.26003, L.048.92019
Koordinator / Coordinator	Noé, Reinhold, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Optoelektronik <i>Optoelectronics</i>
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 60h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://ont.upb.de">http://ont.upb.de</a>
Zeitmodus / Semester	Sommersemester <i>summer semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
Die Vorlesung Optische Nachrichtentechnik A vermittelt Grundkenntnisse auf dem Gebiet der Optischen Nachrichtentechnik und der hierbei verwendeten optischen Komponenten.  <i>The lecture Optical Communication A gives basic knowledge in Optical Communication and the components used in this field.</i>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
Grundlagen (4 SWS, 6 Leistungspunkte): Maxwell-Gleichungen, Wellenausbreitung, Polarisation, dielektrische Schichtwellenleiter und kreiszylindrische Wellenleiter, Dispersion, Laser, Photodioden, optische Verstärker, Modulation, Signalformate, optische Empfänger, Regeneratoren, Rauschen in Systemen mit optischen Verstärkern, Wellenlängenmultiplex. Hier werden die wichtigsten Zusammenhänge vermittelt.  <i>Fundamentals (4 SWS, 6 ECTS credit points): Maxwell's equations, wave propagation, polarization, dielectric slab and cylindrical waveguides, dispersion, laser, photodiodes, optical amplifiers, modulation, signal formats, optical receivers, regenerators, noise in systems with optical amplifiers, wavelength division multiplex. Here the most important knowledge is taught.</i>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	
<b>Methodische Umsetzung / Implementation</b>	
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</b>	

Keine / <i>None</i>
Kombinationshinweise - Überschneidungen / <i>Related and overlapping modules</i>
Keine / <i>None</i>
Prüfungsmodalitäten / <i>Assessments</i>
Mündliche Prüfung / <i>oral exam</i>
Unterrichtssprache / <i>Teaching Language</i>
Deutsch oder Englisch / <i>German or English</i>
Lehrmaterialien, Literaturangaben / <i>Teaching Material, Literature</i>
Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug):  <i>Scripts, exercise sheets and advanced literature (excerpt):</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petermann/Voges, Optische Kommunikationstechnik, Springer-Verlag (modernes Nachschlagewerk) 2002</li> <li>• D. As, Univ. Paderborn, Vorlesung Optoelektronik</li> <li>• W. Sohler, Univ. Paderborn, Vorlesung Integrierte Optik</li> <li>• G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1991, (umfassend, viele Zwischenschritte fehlen)</li> <li>• K.J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992</li> <li>• H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teile I und II, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1984 und 1985, (Schwerpunkt optische Wellenleiter)</li> <li>• Yariv, Optical Electronics, Holt, 1984 (und weitere Werke, sehr physikalisch, kaum Nachrichtentechnik)</li> <li>• R. Th. Kersten, Einführung in die Optische Nachrichtentechnik, Springer-Verlag</li> </ul>

### Optische Nachrichtentechnik C

Modul / <i>Module</i>	<b>Optical Communication C</b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.26005, L.048.92021
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Noé, Reinhold, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Optoelektronik <i>Optoelectronics</i>
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 60h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 180h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i>	

Die Vorlesung und Übung Optische Nachrichtentechnik C vermittelt Kenntnisse über verschiedene optische Modulations- und Demodulationsverfahren.

*The lecture Optical Communication C gives knowledge in various optical modulation and demodulation techniques.*

#### Inhalt / Contents

Modulationsverfahren (4 SWS, 6 Leistungspunkte): Datenübertragung mit differentieller binärer und quaternärer Phasenumtastung und optischen Verstärkern, Polarisationsmultiplex, kohärente optische Datenübertragung, Synchrondemodulation, Asynchrondemodulation, kohärente Basisbandempfänger, Polarisationsdiversität, elektronische Kompensation optischer Verzerrungen wie z.B. elektronische Polarisationsregelung und elektronische Kompensation von Polarisationsmodendispersion und chromatischer Dispersion, Phasenrauschen, weitere Modulationsverfahren. Fortschrittliche Modulationsverfahren sind eine wichtige Möglichkeit zur Weiterentwicklung leistungsfähiger optischer Nachrichtenübertragungssysteme.

*Modulation Formats (4 SWS, 6 ECTS credit points): Data transmission by differential binary and quaternary phase shift keying in the presence of optical amplifiers, polarization division multiplex, coherent optical data transmission, synchronous and asynchronous demodulation, coherent base-band 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.*

#### Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences

#### Methodische Umsetzung / Implementation

#### Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites

Keine / None

#### Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules

Keine / None

#### Prüfungsmodalitäten / Assessments

Mündliche Prüfung / oral exam

#### Unterrichtssprache / Teaching Language

Deutsch oder Englisch / German or English

#### Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature

Skripte, Übungsblätter und weiterführende Literatur (Auszug):

*Scripts, exercise sheets and advanced literature (excerpt):*

- 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

## Hochfrequenzelektronik

Modul / Module	<b>Hochfrequenzelektronik</b> <b>High-Frequency Electronics</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.26001, L.048.92017
Koordinator / Coordinator	Thiede, Andreas, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Fachgebiet Höchsthfrequenzelektronik <i>Department of High-Frequency Electronics</i>
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 60h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://groups.upb.de/hfe/lehre/hfe.html">http://groups.upb.de/hfe/lehre/hfe.html</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Lehrveranstaltung Hochfrequenzelektronik vermittelt für den Entwurf von integrierten Hochfrequenzschaltkreisen erforderliche Kenntnisse aus den Gebieten Bauelementephysik, Halbleitertechnologie, Hochfrequenzschaltungstechnik und Aufbautechnik. Neben der Vermittlung von neuem Spezialwissen integriert sie zuvor in einer Vielzahl von Veranstaltungen erworbenes Wissen und bereitet somit unmittelbar auf eine berufliche Tätigkeit in diesem Bereich vor.</p> <p><i>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.</i></p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>Ausgehend von den physikalisch begründeten Eigenschaften verschiedener Halbleitermaterialsysteme werden Kenntnisse zur Funktion, Modellierung und Fertigung spezieller Hochfrequenztransistoren vermittelt. Anschließend werden für alle beim Entwurf eines Hochfrequenzverstärkers notwendigen Schritte die jeweils theoretischen Konzepte sowie das praktische Vorgehen erläutert. Danach werden als weitere Schaltungen Breitbandverstärker, Oszillatoren und Mischer sowie digitale Grundschaltungen dargestellt. Als derzeit besonders interessante Anwendungen werden optoelektronische Datenübertragungssysteme, Mixed-Signal Systeme wie ADC, DAC, digitale Synthesizer und PLL's, sowie Millimeterwellentransceiver besprochen. Die Veranstaltung schließt mit einem Überblick der im Hochfrequenzbereich eingesetzten Aufbau- und Verbindungstechniken.</p> <p><i>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</i></p>	

*and PLL's, as well as millimeter wave transceivers are discussed. The course closes with an overview of high-frequency assembling and packaging technologies.*

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

##### **Fachkompetenz / *Domain competence:***

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.

*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.*

##### **Fachübergreifende Kompetenzen / *Key qualifications:***

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.

*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.*

#### Methodische Umsetzung / *Implementation*

- Vorlesungen mit überwiegender 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.
- *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.*

#### Inhaltliche Voraussetzungen / *Prerequisites*

Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik, Physik, Grundlagen der Elektrotechnik, Werkstoffe der Elektrotechnik, Halbleiterbauelemente, Signaltheorie, Systemtheorie und Einführung in die Hochfrequenztechnik.

*Prior knowledge from the modules Higher Mathematics, Physics, and the Foundations of Electrical*

<i>Engineering, Materials of Electrical Engineering, Semiconductor Devices, Signal Theory, System Theory, Introduction to High-Frequency Engineering.</i>
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / <i>Related and overlapping modules</i></b>
Keine / <i>None</i>
<b>Prüfungsmodalitäten / <i>Assessments</i></b>
Mündliche Prüfung / <i>oral exam</i>
<b>Unterrichtssprache / <i>Teaching Language</i></b>
Deutsch oder Englisch (je nach Nachfrage) / <i>German or English (depending on demand)</i>
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / <i>Teaching Material, Literature</i></b>
A. Thiede, High-Frequency Electronics, Vorlesungsskript Universität Paderborn  A. Thiede, High-Frequency Electronics, Lecture Script University Paderborn  Auf weiterführende und vertiefende Literatur wird in den jeweiligen Abschnitten des Vorlesungsskriptes verwiesen.  References to continuative and deepening literature can be found in the respective sections of the script.

### III.3.6 Prozessdynamik

<b>Kataloname <i>Name of catalogue</i></b>	<b>Prozessdynamik <i>Process Dynamics</i></b>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	v1 M.048.2700, M.048.2770 v2 M.048.2701, M.048.2702, M.048.2771, M.048.2772
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelungstechnik B</li> <li>• Regelungstheorie - Nichtlineare Regelungen</li> <li>• Systemtheorie - Nichtlineare Systeme</li> <li>• Optimale Systeme</li> <li>• Geregelte Drehstromantriebe</li> <li>• Advanced System Theory</li> <li>• Flachheitsbasierte Regelungen</li> <li>• Modellbildung, Identifikation und Simulation</li> <li>• Ausgewählte Kapitel der Regelungstechnik</li> <li>• Technische Akustik</li> </ul>
Semester	Master-Studiengang <i>Master Course</i>
Modulart	Wahlpflichtmodul

<i>Module type</i>	<i>Election compulsory module</i>
Katalobetreuer <i>Catalogue advisor</i>	Henning, Bernd, Prof. Dr.-Ing.
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch / <i>German</i> Englisch / <i>English</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Vorlesungen und Übungen <i>Lectures combined with exercises</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	2V + 2U je Lehrveranstaltung <i>2L / 2Ex per course</i>
Kreditpunkte / <i>Credits ECTS</i>	6 je Lehrveranstaltung
Lernziele <i>Learning objectives</i>	Der Katalog Prozessdynamik bietet im Rahmen der automatisierungstechnischen Lehre eine Spezialisierung, die ausgerichtet ist auf die Erstellung von mathematischen Modellen für dynamische Prozesse und die Entwicklung und den Einsatz von Methoden sowohl für die Analyse der Dynamik als auch für den Entwurf von Regelungen. Aufgrund der Bedeutung einer repräsentativen Informationsgewinnung für die Beherrschung dynamischer Prozesse werden spezielle Messmethoden (akustische und optische) zur Bestimmung physikalischer und technischer Prozessgrößen sowie die Anwendung stochastischer Methoden zur Charakterisierung von Prozessinformationen behandelt. Die erfolgreich Studierenden sind in der Lage, die für die Bearbeitung einer konkreten automatisierungstechnischen Aufgabenstellung geeigneten Methoden auszuwählen bzw. zu entwickeln und die den einzelnen Methoden anhaftenden Grenzen ihrer Anwendbarkeit zu erkennen.
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	1 mündliche Prüfung <i>1 oral exam</i>

## Regelungstechnik B

<b>Modul / Module</b>	<b>Regelungstechnik B Control Engineering B</b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.27001
Koordinator / <i>Coordinator</i>	o, Daniel, Prof. Dr.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Regelungs- und Automatisierungstechnik <i>Automatic Control &gt;Group</i>
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum /	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 0h

<i>Workload</i>	Selbststudium / <i>Self-study</i> : 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 0h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
In der Lehrveranstaltung Regelungstechnik B wird der Standardregelkreis der Vorgängerveranstaltung Regelungstechnik A des Bachelor-Studiums strukturell erweitert, um die Studierenden auf die Vielfalt der in der Regelungstechnik bekannten Rückkopplungsstrukturen vorzubereiten.	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
Die Lehrveranstaltung Regelungstechnik B führt die in der Veranstaltung Regelungstechnik A des Bachelor-Studiums begonnene Behandlung der linearen Regelungen fort; behandelt werden einschleifige Regelkreise mit erweiterter Struktur (Störgrößenaufschaltung, Vorsteuerung), Zustandsregelungen und Mehrgrößenregelungen.	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>	
<b>Fachkompetenz / <i>Domain competence</i>:</b>	
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• das dynamische Verhalten von rückgekoppelten Systemen unter dem Einfluss von Stellgrößenbeschränkungen zu analysieren und</li> <li>• zur Verbesserung der Robustheit des Regelkreises gegenüber Stellgrößenbeschränkungen geeignete Regeleinrichtungen zu entwerfen.</li> </ul>	
<b>Fachübergreifende Kompetenzen / <i>Key qualifications</i>:</b>	
Die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse und Synthese einsetzen und</li> <li>• sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden</li> </ul>	
<b>Methodische Umsetzung / <i>Implementation</i></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation umfangreicher Zusammenhänge,</li> <li>• Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner</li> </ul>	
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / <i>Prerequisites</i></b>	
Vorkenntnisse aus der Lehrveranstaltung Regelungstechnik A werden erwartet	
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / <i>Related and overlapping modules</i></b>	
<b>Prüfungsmodalitäten / <i>Assessments</i></b>	
Schriftliche Prüfung / <i>written exam</i>	

Unterrichtssprache / <i>Teaching Language</i>
Englisch / <i>English</i>
Lehrmaterialien, Literaturangaben / <i>Teaching Material, Literature</i>
Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung werden noch bekannt gegeben.

## Regelungstheorie – Nichtlineare Regelungen

<b>Modul / Module</b>	<b>Regelungstheorie – Nichtlineare Regelungen Control Theory – Nonlinear Control</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.27004
Koordinator / Coordinator	Gausch, Felix, Prof. Dr. techn.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Steuerungs- und Regelungstechnik <i>Automatic Control</i>
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 0h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 0h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www-srt.uni-paderborn.de/lehre/skripte.html">http://www-srt.uni-paderborn.de/lehre/skripte.html</a>
Zeitmodus / Semester	Winter- und Sommersemester <i>winter and summer semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Für die Behandlung einer großen Klasse von nichtlinearen Systemmodellen in der Zustandsdarstellung wurde in den letzten zwei Jahrzehnten eine weitgehend geschlossene Systemtheorie entwickelt. Hingegen ist die Entwicklung der Theorie für nichtlineare Systemmodelle in Deskriptor-Darstellung noch im Fluss. Die Lehrveranstaltung Regelungstheorie – Nichtlineare Regelungen vermittelt den Studierenden jene Teile dieser Theorie, die für die Lösung von praktischen Automatisierungsproblemen relevant erscheinen. Dabei wird der Schwerpunkt auf den Entwurf einer Rückführung zur exakten Linearisierung und Entkopplung des Eingangs-Ausgangsverhaltens von zeit-invarianten Mehrgrößensystemen gelegt.</p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<p>Der erste Teil der Lehrveranstaltung Regelungstheorie – Nichtlineare Regelungen beschäftigt sich mit der exakten Linearisierung des Eingangs-Ausgangsverhaltens von nichtlinearen zeitinvarianten Eingrößensystemen auf der Grundlage von differentialgeometrischen Methoden. Eine besondere Rolle spielen dabei nichtlineare Systeme, die affin in der Eingangsgröße sind, da für solche Systeme der Linearisierungsprozess kompakt mit Hilfe eines geeignet definierten Operators darstellbar ist: das Ergebnis ist eine statische Zustandsrückführung, die dem Gesamtsystem eine lineare Eingangs-Ausgangsdynamik aufprägt. Schließlich wird gezeigt, dass die nur zum Zwecke der Eingangs-Ausgangslinearisierung ermittelte Zustandsrückführung im Falle von Mehrgrößensystemen auch zur Entkopplung des Eingangs-Ausgangsverhaltens führt.</p> <p>Im zweiten Teil wird der für die Prozedur zentrale Operator geschickt erweitert, so dass damit auch die Linearisierung und Entkopplung des Eingangs-Ausgangsverhaltens von nichtlinearen Mehrgrößensystemen in Deskriptorform gelingt.</p>	

<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>	
<b>Fachkompetenz / <i>Domain competence:</i></b>	
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Grundlagen differentialgeometrischer Methoden zu beschreiben,</li> <li>• die mathematischen Modelle von nichtlinearen dynamischen Systemen sowohl in Zustands- als auch in Deskriptorform zu erklären und</li> <li>• die Grundlagen an den Modellen anzuwenden, um selbstständig anspruchsvolle regelungstheoretische Probleme zu bearbeiten.</li> </ul>	
<b>Fachübergreifende Kompetenzen / <i>Key qualifications:</i></b>	
Die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse und Synthese einsetzen und</li> <li>• sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden</li> </ul>	
<b>Methodische Umsetzung / <i>Implementation</i></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation umfangreicher Zusammenhänge,</li> <li>• Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner</li> <li>• Demonstration dynamischer Vorgänge an realen technischen Systemen.</li> </ul>	
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / <i>Prerequisites</i></b>	
Vorkenntnisse aus den Grundlagen der Systemtheorie und der Regelungstechnik werden erwartet	
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / <i>Related and overlapping modules</i></b>	
Keine / <i>None</i>	
<b>Prüfungsmodalitäten / <i>Assessments</i></b>	
Mündliche Prüfung / <i>oral exam</i>	
<b>Unterrichtssprache / <i>Teaching Language</i></b>	
Deutsch / <i>German</i>	
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / <i>Teaching Material, Literature</i></b>	
Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung werden noch bekannt gegeben.	

## Systemtheorie – Nichtlineare Systeme

<b>Modul / <i>Module</i></b>	<b>Systemtheorie – Nichtlineare Systeme <i>System Theory – Nonlinear Systems</i></b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.27005
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Gausch, Felix, Prof. Dr. techn.

Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Steuerungs- und Regelungstechnik <i>Automatic Control</i>
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 0h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 0h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://www-srt.uni-paderborn.de/lehre/skripte.html">http://www-srt.uni-paderborn.de/lehre/skripte.html</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Winter- und Sommersemester <i>winter and summer semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
Die Lehrveranstaltung Systemtheorie – Nichtlineare Systeme vermittelt die Methoden zur Stabilitätsuntersuchung in nichtlinearen dynamischen Systemen im Rahmen der Ljapunovschen Stabilitätstheorie und zeigt die Anwendung dieser Methoden über die Stabilitätsanalyse hinaus für den Entwurf von Rückkopplungen.	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
Der erste Teil der Lehrveranstaltung Systemtheorie – Nichtlineare Systeme stellt grundlegend unterschiedliche dynamische Eigenschaften von linearen und nichtlinearen Systemen gegenüber; dazu gehören die spektrale Zusammensetzung des Ausgangssignals, das Schwingungsgleichgewicht in Form von Dauerschwingungen und Grenzyklen und die Stabilität von Ruhelagen und Systemen. Der zweite Teil beschäftigt sich mit der Stabilität von Ruhelagen nichtlinearer Systeme und dem Nachweis des Stabilitätsverhaltens mit Hilfe der Methoden von Ljapunov einschließlich verschiedener Methoden zur Konstruktion von geeigneten Ljapunov-Funktionen. Abschließend wird die Ljapunov-Matrix-Gleichung zur Untersuchung der Stabilität linearer Systeme entwickelt und ihr Einsatz in Entwurfsmethoden der linearen Theorie untersucht.	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>	
<b>Fachkompetenz / <i>Domain competence</i>:</b>	
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterschiede im dynamischen Verhalten von linearen und nichtlinearen Systemen zu klassifizieren,</li> <li>• das Stabilitätsverhalten von Ruhelagen in nichtlinearen Systemen systematisch zu bestimmen und</li> <li>• den Einsatz der Analysemethoden auch für den Entwurf von Rückkopplungen grundsätzlich zu erkennen.</li> </ul>	
<b>Fachübergreifende Kompetenzen / <i>Key qualifications</i>:</b>	
Die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse und Synthese einsetzen und</li> <li>• sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden</li> </ul>	
<b>Methodische Umsetzung / <i>Implementation</i></b>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation umfangreicher Zusammenhänge,</li> <li>• Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner</li> <li>• Demonstration dynamischer Vorgänge an realen technischen Systemen im Hörsaal.</li> </ul>
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</b>
Vorkenntnisse aus den Grundlagen der Systemtheorie und der Regelungstechnik werden erwartet
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules</b>
Keine / None
<b>Prüfungsmodalitäten / Assessments</b>
Mündliche Prüfung / oral exam
<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>
Deutsch / German
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>
Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung werden noch bekannt gegeben.

## Optimale Systeme

<b>Modul / Module</b>	<b>Optimale Systeme Optimal Control</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.27011
Koordinator / Coordinator	Gausch, Felix, Prof. Dr. techn.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Steuerungs- und Regelungstechnik Automatic Control
Typ / Type	
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / Time of attendance: 0h Selbststudium / Self-study: 0h Ges. Arbeitspensum / Total workload: 0h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	
Zeitmodus / Semester	Winter- und Sommersemester winter and summer semester
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
Optimale Systeme sind dynamische Systeme, deren Bewegung so abläuft, dass dabei ein vorgegebenes Gütefunktional als Bewertungskriterium extremal wird. Die Lehrveranstaltung Optimale Systeme vermittelt auf der Grundlage der Variationsrechnung Methoden zum Entwurf solcherart optimaler Steuereinrichtungen für nichtlineare Prozesse.	
<b>Inhalt / Contents</b>	
Die Lehrveranstaltung Optimale Systeme beginnt mit einer Einführung in die Variationsrechnung,	

deren Ergebnisse die theoretische Grundlage für die Herleitung der verschiedenen Ansätze zur Lösung von optimalen Steuerungs- bzw. Regelungsproblemen bilden. So werden mit Hilfe der Lagrange-Funktion die notwendigen Bedingungen der Variationsrechnung anwendbar auf Optimalitätsprobleme mit Nebenbedingungen und mit Hilfe der Hamilton-Funktion werden diese Nebenbedingungen in Form der mathematischen Modelle von dynamischen Systemen abgebildet. Spezialfälle wie der Riccati-Regler oder das Kalman-Filter werden ebenso untersucht wie das Maximumprinzip von Pontryagin zur Berücksichtigung von Beschränkungen von Systemgrößen, insbesondere von Stellgrößen.

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

**Fachkompetenz / *Domain competence:***

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

- die Bedeutung der klassischen Variationsrechnung für die optimale Führung von dynamischen Systemen zu erkennen,
- die Wichtigkeit einer an ein konkretes Problem angepassten Formulierung eines Gütekriteriums zu beurteilen und
- Riccati-Regler und Kalman-Filter für lineare Systeme und einfache Aufgaben für nichtlineare Systeme selbstständig zu lösen.

**Fachübergreifende Kompetenzen / *Key qualifications:***

Die Studierenden

- können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,
- 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

**Methodische Umsetzung / *Implementation***

- Vorlesungen mit überwiegender Tafelinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation umfangreicher Zusammenhänge,
- Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner

**Inhaltliche Voraussetzungen / *Prerequisites***

Vorkenntnisse über regelungstechnische Grundlagen werden erwartet

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / *Related and overlapping modules***

Keine / *None*

**Prüfungsmodalitäten / *Assessments***

Mündliche Prüfung / *oral exam*

**Unterrichtssprache / *Teaching Language***

Deutsch / *German*

**Lehrmaterialien, Literaturangaben / *Teaching Material, Literature***

Bereitstellung schriftlicher Unterlagen im Zuge der Veranstaltung; Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung werden bekannt gegeben.

Modul / Module	<b>Geregelte Drehstromantriebe</b> <b>Controlled AC Drives</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.27013, L.048.92016
Koordinator / Coordinator	Böcker, Joachim, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Leistungselektronik und Elektrische Antriebe <i>Power Electronics and Electrical Drives</i>
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 60h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 120h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://www.lea.up.de">http://www.lea.up.de</a>
Zeitmodus / Semester	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>	
<p>Die Lehrveranstaltung führt ein in das Prinzip der flussorientierten Regelung von Drehstrommotoren, welches mittlerweile den Stand der Technik in der industriellen elektrischen Antriebstechnik darstellt. Im Gegensatz zur Veranstaltung aus dem Bachelorprogramm werden hier das dynamische Verhalten und die Regelungsstrukturen vertieft. Als wichtigste Beispiele werden der permanent erregte Synchronmotor und der Asynchronmotor behandelt.</p> <p><i>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.</i></p>	
<b>Inhalt / Contents</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehstrommaschinen: Synchronmotor und Asynchronmotor (Aufbau, Wirkungsweisen, Modellierung, Ersatzschaltbilder, Kennlinien, Arbeitsbereiche)</li> <li>• Drehmoment und Drehzahl-Steuerung</li> <li>• Raumzeigertheorie (Grundwellenfelder, Koordinatentransformationen)</li> <li>• Prinzipien der flussorientierten Regelung</li> <li>• Strom-, Drehmoment- und Drehzahl-Regelung, Entwurfsmethoden, Direct Torque Control (DTC), Beobachter</li> <li>• Anwendungen aus Industrie, Straßen- und Schienenfahrzeugen</li> <li>• <i>AC drives: Synchronous and induction motor (structure, basic physical effects, modeling, equivalent circuit diagrams, characteristic curves, operation areas)</i></li> <li>• <i>Speed and torque control</i></li> <li>• <i>Space vector theory (fundamental wave, coordinate transformation)</i></li> <li>• <i>Principles of flux-oriented control</i></li> <li>• <i>Closed-loop control of current, torque and speed, design methods</i></li> <li>• <i>Direct Torque Control (DTC)</i></li> <li>• <i>Observers</i></li> <li>• <i>Applications in industry, road and rail vehicles</i></li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>	

**Fachkompetenz / Domain competence:**

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

**Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

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.

*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.*

**Methodische Umsetzung / Implementation**

Teile der Veranstaltung werden als Rechnerübung angeboten.

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

**Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Bachelor-Kurs zu den Grundlagen elektrischer Antriebe

*Bachelor's course on basics of electrical drives*

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

**Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Schriftliche Prüfung / *written exam*

**Unterrichtssprache / Teaching Language**

Englisch / *English*

**Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

Vorlesungsfolien und Skript, weitere Literaturempfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

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

## Technische Akustik

Modul / <i>Module</i>	<b>Technische Akustik</b> <b><i>Technical Acoustics</i></b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.27022
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Henning, Bernd, Prof. Dr.-Ing.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Elektrische Messtechnik
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 0h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 0h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://emt.upb.de">http://emt.upb.de</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Wintersemester <i>winter semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
Die Lehrveranstaltung Technische Akustik konzentriert sich auf die Vermittlung der Grundlagen der Akustik mit dem Schwerpunkten Modellierung und Simulation von Schallausbreitung.	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
Die Vorlesung Technische Akustik behandelt folgende Themen:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akustische und Schallfeldkenngrößen</li> <li>• Grundlagen der Wellenausbreitung</li> <li>• Hörakustik</li> <li>• Wellengleichungen</li> <li>• Modellierung</li> <li>• Elektro-akustische sowie akusto-elektrische Kopplungen</li> <li>• Analytische und numerische Simulation der Schallausbreitung</li> <li>• Materialdaten</li> <li>• Technische Schallquellen (Eigenschaften)</li> <li>• Schallfeldvisualisierung (zur Verifikation)</li> </ul>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>	
<b>Fachkompetenz / <i>Domain competence:</i></b>	
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schallausbreitungsvorgänge in Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen mathematisch zu beschreiben und mittels analytischer oder numerischer Simulation zu analysieren.</li> </ul>	

**Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

Die Studierenden

- können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend und bei komplexen Fragestellungen einsetzen,
- können aufgrund einer systematischen Problemanalyse zielgerichtet Lösungen erarbeiten,
- sind aufgrund der methodenorientierten Wissensvermittlung befähigt, sich selbst in tangierende Arbeitsgebiete einzuarbeiten.

**Methodische Umsetzung / Implementation**

- Vorlesungen mit Folien-Präsentation umfangreicher Zusammenhänge,
- Praktische Arbeit in Gruppen mittels Messtechnik im Labor

**Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites**

Keine / None

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules**

Keine / None

**Prüfungsmodalitäten / Assessments**

Mündliche Prüfung / oral exam

**Unterrichtssprache / Teaching Language**

Deutsch / German

**Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung werden bekannt gegeben.

**Flachheitsbasierte Regelungen**

Modul / Module	Flachheitsbasierte Regelungen <i>Flatness Based Control</i>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.27019
Koordinator / Coordinator	Gausch, Felix, Prof. Dr. techn.
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Steuerungs- und Regelungstechnik <i>Automatic Control</i>
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 0h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 0h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite /	<a href="http://www-srt.uni-paderborn.de/lehre/skripte.html">http://www-srt.uni-paderborn.de/lehre/skripte.html</a>

<i>Module Homepage</i>	
Zeitmodus / Semester	Winter- und Sommersemester <i>winter and summer semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
<p>In der Lehrveranstaltung Flachheitsbasierte Regelungen wird das in der industriellen Praxis weit verbreitete und oft heuristisch eingesetzte Konzept der Sollwertführung mit Vorsteuerung methodisch vermittelt. Grundlage dazu ist die Theorie der exakten Eingangs-Ausgangslinearisierung von nicht-linearen Systemen, die in der Lehrveranstaltung für die Entwicklung von Methoden zur Trajektorienplanung und zum Entwurf von Vorsteuerungen auf die Synthese von linearen Systemen reduziert wird.</p>	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
<p>Mit einer einleitenden Gegenüberstellung von verschiedenen Steuerungs- und Regelungskonzepten – von der bloßen Steuerung bis zur Regelung mit mehreren Freiheitsgraden – wird das zu entwickelnde flachheitsbasierte Konzept der Sollwertführung mit Vorsteuerung eingeordnet. Dann wird das Eingangs-Ausgangsverhalten von linearen Eingrößensystemen untersucht und die Steuerbarkeit des Systems mit der Existenz einer sogenannten flachen Ausgangsgröße verknüpft. Ein solcher flacher Ausgang ist letztlich die Grundlage für die Parametrierung einer für den Betrieb der Regelung geeigneten Sollwertführung und der zugehörigen Vorsteuerung. Ein nachträglicher Blick auf das entwickelte Konzept aus dem Frequenzbereich erlaubt Aussagen über offline- bzw. online-Entwurf und über Robustheitseigenschaften der Sollwertführung mit Vorsteuerung. Die Ergebnisse aus dem Eingrößenfall werden für die Anwendung auf lineare Mehrgrößensysteme weiterentwickelt und für den methodischen Entwurf von Vorsteuerungen und Sollwertplanungen eingesetzt.</p>	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>	
<p><b>Fachkompetenz / <i>Domain competence:</i></b></p> <p>Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die methodische Entwicklung eines neuen regelungstheoretischen Konzeptes aus anderweitig bekannten Bausteinen zu erkennen und zu skizzieren,</li> <li>• die Vor- und die Nachteile des Konzeptes (wie z. B. Reglerentlastung oder offline-Planung) zu beurteilen und</li> <li>• für das Einstellen einer vorgegebenen Regelkreisdynamik geeignete Regeleinrichtungen mit Vorsteuerung und Sollwertführung zu entwerfen und zu realisieren..</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen / <i>Key qualifications:</i></b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse und Synthese einsetzen und</li> <li>• sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden</li> </ul>	
<b>Methodische Umsetzung / <i>Implementation</i></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation umfangreicher Zusammenhänge,</li> <li>• Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner</li> <li>• Demonstration dynamischer Vorgänge an realen technischen Systemen.</li> </ul>	
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / <i>Prerequisites</i></b>	

Vorkenntnisse über regelungstechnische Grundlagen werden erwartet
Kombinationshinweise - Überschneidungen / <i>Related and overlapping modules</i>
Keine / <i>None</i>
Prüfungsmodalitäten / <i>Assessments</i>
Mündliche Prüfung / <i>oral exam</i>
Unterrichtssprache / <i>Teaching Language</i>
Deutsch / <i>German</i>
Lehrmaterialien, Literaturangaben / <i>Teaching Material, Literature</i>
Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung werden noch bekannt gegeben.

### Modellbildung, Identifikation und Simulation

Modul / <i>Module</i>	<b>Modellbildung, Identifikation und Simulation</b> <b><i>Modeling, Identification and Simulation</i></b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.27020
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Gausch, Felix, Prof. Dr. techn.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Steuerungs- und Regelungstechnik <i>Automatic Control</i>
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance</i> : 0h Selbststudium / <i>Self-study</i> : 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload</i> : 0h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://www-srt.uni-paderborn.de/lehre/skripte.html">http://www-srt.uni-paderborn.de/lehre/skripte.html</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Winter- und Sommersemester <i>winter and summer semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
In der Lehrveranstaltung Modellbildung, Identifikation und Simulation werden Grundlagen des analytischen und rechnergestützten Erstellens mathematischer Modelle und deren Weiterbehandlung im Zuge der numerischen Simulation vermittelt.	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
Die Lehrveranstaltung Modellbildung, Identifikation und Simulation zerfällt thematisch in drei Abschnitte. Abschnitt I befasst sich mit der experimentellen Modellbildung: Mathematische Beschreibung von zeitdiskreten Systemen, Modellstrukturen für die Identifikation dynamischer Systeme, Identifikation nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate und der Methode der Rekonstruktion der Störgrößen. Abschnitt II vermittelt Kenntnisse in der analytischen Modellbildung: Erstellung mathematischer Modelle mit Hilfe des Formalismus von Lagrange unter Anwendung von Computer-Algebra-Programmen, Erweiterung des Formalismus von Lagrange auf mechatronische Systeme und auf Systeme mit örtlich verteilten Parametern. Abschnitt III beschäftigt sich mit der numerischen Lösung der Differentialgleichungen	

mathematischer Modelle: Einführung in die numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen, Grundlagen der Einschritt- und Mehrschritt Verfahren, Auswahlkriterien für Algorithmen bei der Simulation

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

**Fachkompetenz / *Domain competence*:**

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

- die Parameter einer Übertragungsfunktion aus Messdaten für die Eingangs- und die zugehörige Ausgangsgröße zu berechnen,
- mathematische Modelle auf analytischem Wege – insbesondere in einer Computer-Algebra-Umgebung – zu ermitteln und
- Algorithmen für die numerische Lösung von Differentialgleichungen zu beurteilen sowie die geeignete Lösungsmethode für den konkreten Fall auszuwählen.

**Fachübergreifende Kompetenzen / *Key qualifications*:**

Die Studierenden

- können im Team Experimente planen, durchführen und die Ergebnisse zielgerichtet auswerten,
- können gewonnene Ergebnisse anderen Teilnehmern vorstellen und sie mit deren Ergebnissen vergleichen,
- 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

**Methodische Umsetzung / *Implementation***

- Vorlesungen mit überwiegender Tafelinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation umfangreicher Zusammenhänge,
- Präsenzübungen und Übungen an realen technischen Systemen im Labor,
- Demonstrationen am Rechner.

**Inhaltliche Voraussetzungen / *Prerequisites***

Vorkenntnisse aus den Grundlagen der Systemtheorie und der Regelungstechnik werden erwartet

**Kombinationshinweise - Überschneidungen / *Related and overlapping modules***

Keine / *None*

**Prüfungsmodalitäten / *Assessments***

Mündliche Prüfung / *oral exam*

**Unterrichtssprache / *Teaching Language***

Deutsch / *German*

**Lehrmaterialien, Literaturangaben / *Teaching Material, Literature***

Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung werden noch bekannt gegeben.

## Ausgewählte Kapitel der Regelungstechnik

Modul / <i>Module</i>	<b>Ausgewählte Kapitel der Regelungstechnik</b> <b><i>Topics in Control Engineering</i></b>
Veranstaltungsnummer / <i>Course ID</i>	L.048.27021
Koordinator / <i>Coordinator</i>	Gausch, Felix, Prof. Dr. techn.
Lehr- und Forschungseinheit / <i>Teaching Unit</i>	Steuerungs- und Regelungstechnik <i>Automatic Control</i>
Typ / <i>Type</i>	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / <i>Workload</i>	Präsenzphasen / <i>Time of attendance:</i> 0h Selbststudium / <i>Self-study:</i> 0h Ges. Arbeitspensum / <i>Total workload:</i> 0h
Leistungspunkte / <i>Credits</i>	6
Modulseite / <i>Module Homepage</i>	<a href="http://www.srt.uni-paderborn.de/lehre/skripte.html">http://www.srt.uni-paderborn.de/lehre/skripte.html</a>
Zeitmodus / <i>Semester</i>	Winter- und Sommersemester <i>winter and summer semester</i>
<b>Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i></b>	
Die Lehrveranstaltung Ausgewählte Kapitel der Regelungstechnik vermittelt eine Gesamtheit der Schritte bei der Lösung von regelungstechnischen Aufgabenstellungen beginnend mit der Modellbildung über die Simulation und den Reglerentwurf bis hin zur Realisierung des Reglers an ausgewählten Lösungen im industriellen Umfeld. Damit sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, in der Praxis auftretenden Unwägbarkeiten mit methodischen Ansätzen zu begegnen.	
<b>Inhalt / <i>Contents</i></b>	
In der Lehrveranstaltung Ausgewählte Kapitel der Regelungstechnik werden Bearbeitungsschritte bereits zufriedenstellend gelöster automatisierungstechnischer Aufgabenstellungen aufgerollt, damit die Studierenden in der Praxis auftretende Unwägbarkeiten erkennen können und in die Lage versetzt werden, ihnen mit methodischen Ansätzen zu begegnen. Demonstriert wird dies zum einen anhand der Regelung eines Positioniersystems bestehend aus einem Hydromotor und einer hydraulischen Schwenkpumpe bei der Untersuchung des Einflusses der Haftreibung und zum anderen anhand der Automatisierung einer Spitzenlosschleifmaschine zur Kompensation des Schleifscheiben-Abriebs beim Einsatz eines zeitdiskreten Smith-Prädiktors bei nicht vorgebarbarer Totzeit.	
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i></b>	
<b>Fachkompetenz / <i>Domain competence:</i></b>	
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe regelungstechnische Aufgabenstellungen aus dem industriellen Umfeld zu analysieren,</li> <li>• bei der praktischen Umsetzung auftretende Probleme zu erkennen und</li> <li>• in der Praxis auftretenden Unwägbarkeiten mit methodischen Ansätzen zu begegnen.</li> </ul>	
<b>Fachübergreifende Kompetenzen / <i>Key qualifications:</i></b>	

Die Studierenden
<ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Bedeutung methodischer Ansätze zur Lösung praktischer Probleme bewerten,</li> <li>• können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,</li> <li>• können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und</li> <li>• sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden</li> </ul>
<b>Methodische Umsetzung / Implementation</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit überwiegendem Tafelinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation umfangreicher Zusammenhänge,</li> <li>• Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner,</li> </ul>
<b>Inhaltliche Voraussetzungen / Prerequisites</b>
Vorkenntnisse über die Grundlagen der Regelungstechnik werden erwartet
<b>Kombinationshinweise - Überschneidungen / Related and overlapping modules</b>
Keine / None
<b>Prüfungsmodalitäten / Assessments</b>
Mündliche Prüfung / oral exam
<b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>
Deutsch / German
<b>Lehrmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b>
Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung werden noch bekannt gegeben.

## Advanced System Theory

Modul / Module	<b>Fortgeschrittene Systemtheorie Advanced System Theory</b>
Veranstaltungsnummer / Course ID	L.048.27018, L.048.92001
Koordinator / Coordinator	Prof. Peter Schreier
Lehr- und Forschungseinheit / Teaching Unit	Fachgebiet Signal- und Systemtheorie Signal and System Theory Group
Typ / Type	2 V / 2 Ü 2 L / 2 E
Arbeitspensum / Workload	Präsenzphasen / Time of attendance: 60h Selbststudium / Self-study: 120h Ges. Arbeitspensum / Total workload: 180h
Leistungspunkte / Credits	6
Modulseite / Module Homepage	<a href="http://sst.upb.de">http://sst.upb.de</a>
Zeitmodus /	Wintersemester

Semester	winter semester
Kurzbeschreibung / <i>Short Description</i>	
<p>Aufbauend auf einem Systemtheorie Kurs im Bachelor Studium untersucht dieser Kurs das dynamische Verhalten von linearen Systemen mit größerem mathematischem Tiefgang. Der Kurs richtet sich in erster Linie an Studenten der Ingenieurwissenschaften, er kann aber auch für Studenten der Physik und anderer Naturwissenschaften von Nutzen sein.</p> <p><i>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.</i></p>	
Inhalt / <i>Contents</i>	
<p>Systemmodelle und Differentialgleichungen, Zustandsraum- und I/O-Beschreibungen, Zusammenhang zwischen internen und externen Beschreibungen, Antwort zeitkontinuierlicher und -diskreter Systeme, Stabilität, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Zustandsraumrealisierungen von externen Beschreibungen, Systeme mit Rückkopplung</p> <p><i>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</i></p>	
Lernergebnisse und Kompetenzen / <i>Learning outcomes and competences</i>	
<p>Nach dem Besuch dieser Veranstaltung sind die Studenten mit den wichtigsten Konzepten und Ergebnissen der linearen Systemtheorie vertraut. Studenten werden das Vertrauen entwickeln, mathematische Probleme in Analyse und Design lösen zu können. Dieser Kurs soll ihnen Intuition und Gespür für das dynamische Verhalten linearer Systeme vermitteln, auf das sie später zurückgreifen können.</p> <p>Dieser Kurs behandelt Material in ausreichender Breite, so dass Studenten ein klares Bild vom dynamischen Verhalten linearer Systeme, einschließlich ihrer Leistungsfähigkeit und Grenzen, bekommen. Dadurch können Studenten die Theorie in anderen Gebieten anwenden.</p> <p><i>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.</i></p> <p><i>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.</i></p>	
Methodische Umsetzung / <i>Implementation</i>	
<p>Vorlesung mit Übung (teilweise mit Simulationen am Rechner)</p> <p><i>Lectures and exercises (including some computer simulations)</i></p>	
Inhaltliche Voraussetzungen / <i>Prerequisites</i>	
<p>Voraussetzung sind Grundkenntnisse von Differentialgleichungen, linearer Algebra und Laplace-Transformation, wie sie in einer typischen Systemtheorie-Vorlesung auf Bachelor Niveau behandelt werden.</p> <p><i>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.</i></p>	
Kombinationshinweise - Überschneidungen / <i>Related and overlapping modules</i>	
Keine / <i>None</i>	
Prüfungsmodalitäten / <i>Assessments</i>	

Mündliche Prüfung / <i>oral exam</i>
Unterrichtssprache / <i>Teaching Language</i>
Englisch / <i>English</i>
Lehrmaterialien, Literaturangaben / <i>Teaching Material, Literature</i>
<i>Handouts and tutorial questions; literature references will be given in the first lecture</i>

### III.4 Projektarbeit

<b>Bezeichnung</b> <i>Description</i>	<b>Projektarbeit</b> <i>Project</i>
Modulnummer / <i>Module ID</i>	v1 M.048.2800 v2 M.048.2801, M.048.2802
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	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.
Semester	3., 4. / <i>3rd, 4th</i>
Modulart <i>Module type</i>	Wahlpflichtmodul <i>Compulsory elective module</i>
Modulbetreuer <i>Module advisor</i>	Lehrende des Instituts <i>Lecturers of the institute</i>
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch, Englisch / <i>German, English</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	Projektgruppe mit Betreuung durch die Lehrenden des Instituts <i>Project team supported by lecturers of the</i>

	<i>institute</i>
Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i>	6P 6P
Kreditpunkte / Credits ECTS	9
Lernziele <i>Learning objectives</i>	<p>In der Projektarbeit sollen die Studierenden selbstständiges wissenschaftliches und ingenieurmäßiges Bearbeiten von abgegrenzten theoretischen und praxisbezogenen Aufgabenstellungen im Team praktizieren. Sie sollen dadurch zur Lösung komplexer Probleme im Team befähigt werden, wobei neben der Eigenständigkeit auch die Organisationsfähigkeit der Studierenden erlernt werden soll. Sie sollen auch in der Lage sein, die Forschungsaufgabe zu formulieren, die Auswahl der Methoden und die Analyse zu dokumentieren und das Ergebnis ihrer Arbeit strukturiert zu präsentieren. Nach dem Abschluss der Projektarbeit verfügen die Studierenden über vertiefte fachliche Kompetenzen in einem ausgewählten Bereich und erkennen den Anwendungsbezug ihrer Studieninhalte.</p> <p><i>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.</i></p>
Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i>	1 Referat / <i>The project work will be completed by presenting a paper.</i>

### III.5 Master-Arbeit

<b>Bezeichnung</b> <i>Description</i>	<b>Master-Arbeit</b> <i>Master thesis</i>
Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>	<p>Die konkreten Inhalte der Master-Arbeit 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 Master-Arbeiten und dient der Förderung des Berufsfeld- und Arbeitsmarktbezugs und dem Erwerb von fachübergreifenden Kompetenzen.</p> <p>The concrete content of the master thesis depends on the task defined by the supporting group of the institute. The focus of the thesis can either be placed on the methods applied, or the thesis can be oriented towards the applications. In both cases, the thesis subject will be embedded in the scientific environment of the institute and its versatile, close cooperations with enterprises and industries. The intercommunication between the institute and renowned companies opens up numerous and attractive tasks for master papers and serves to underline the relevance for the professional field and the employment market, and to support the acquisition of interdisciplinary competences.</p>
Semester	4. / <i>4th</i>
Art <i>Type</i>	Wahlpflicht <i>Compulsory elective</i>
Betreuer <i>Advisor</i>	Hochschullehrerinnen bzw. Hochschullehrer des Instituts / <i>Academic staff of the institute</i>
Sprache / <i>Language</i>	Deutsch, Englisch / <i>German, English</i>
Organisationsform <i>Methodic implementation</i>	<p>Die Master-Arbeit ist eine selbstständig zu erstellende schriftliche Prüfungsarbeit, die die wissenschaftliche Ausbildung abschließt. Sie kann auch in Form einer Gruppenarbeit zugelassen werden, wenn der als Prüfungsleistung zu bewertende Beitrag der einzelnen Kandidatin bzw. des einzelnen Kandidaten aufgrund der Angabe von Abschnitten, Seitenzahlen oder anderen objektiven Kriterien, die eine eindeutige Abgrenzung ermöglichen, deutlich unterscheidbar und bewertbar ist.</p>

	<p><i>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.</i></p>
<p>Semesterwochenstunden <i>Contact hours per week per semester</i></p>	<p>Die Aufgabenstellung soll so gestaltet werden, dass sie einschließlich der Vorbereitung eines Vortrags über die Arbeit einem Arbeitsaufwand von 6 Monaten Vollzeitarbeit entspricht. <i>The task is to be defined so that the effort involved including the preparation of a lecture on the thesis, corresponds to 6 months full-time work.</i></p>
<p>Kreditpunkte / Credits ECTS</p>	<p>30</p>
<p>Lernziele <i>Learning objectives</i></p>	<p>Mit der Master-Arbeit 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. <i>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.</i></p>
<p>Prüfungsmodalitäten <i>Assessments</i></p>	<p>Die Master-Arbeit wird von zwei Prüfenden bewertet, wobei auch der Vortrag des Studierenden zu berücksichtigen ist. <i>The master thesis will be assessed by two examiners, also taking into account the oral presentation delivered by the student.</i></p>