

**Masterstudiengang
Elektrotechnik und Informations-
technik**

PO 13

Modulhandbuch

Studienschwerpunkt Elektronik

Inhaltsverzeichnis

1	Module	3
1.1	Master-Praktikum EL	4
1.2	Master-Seminar EL	5
1.3	Master-Startup ETIT	6
1.4	Masterarbeit ETIT	7
1.5	Nichttechnische Wahlfächer	8
1.6	Pflichtfach 1 EL	9
1.7	Pflichtfach 2 EL	10
1.8	Pflichtfach 3 EL	11
1.9	Pflichtfach 4 EL	12
1.10	Pflichtfach 5 EL	13
1.11	Pflichtfach 6 EL	14
1.12	Wahlfächer	16
1.13	Wahlpflichtfächer EL	17
2	Veranstaltungen	19
2.1	141124: Analoge CMOS-Schaltungen für Mobilfunksysteme	20
2.2	141062: Analoge Schaltungstechnik	21
2.3	141122: Antennen für die Mobil- und Satellitenkommunikation	23
2.4	141133: Ausbreitung und Erzeugung elektromagnetischer Wellen	25
2.5	141380: Ausgewählte Kapitel der Mikrosystemtechnik	27
2.6	141125: Einführung in die Radartechnik	29
2.7	141067: Elektronische Schaltungen für die industrielle Durchfluss Messtechnik	31
2.8	141301: Entwurf analoger BiCMOS Schaltungen	33
2.9	141106: freie Veranstaltungswahl	35
2.10	141388: Halbleitertechnologie 2	36
2.11	141144: Hardware Modeling and Simulation	38
2.12	141127: Hochfrequenzmesstechnik	39
2.13	141302: Integrationsgerechte BiCMOS Schaltungen	41
2.14	141181: Integrierte Digitalschaltungen	44
2.15	141187: Integrierte Hochfrequenzschaltungen für die Mess- und Kommunikationstechnik	45
2.16	141069: Kognitive Sensorik	46
2.17	142063: Master-Praktikum Analoge Schaltungstechnik	47
2.18	142181: Master-Praktikum Entwurf integrierter Digitalschaltungen mit VHDL	49
2.19	142301: Master-Praktikum Fortgeschrittener Layout Entwurf integrierter Schaltungen	51

INHALTSVERZEICHNIS

2.20	142300: Master-Praktikum Grundlagen des Layout-Entwurfs integrierter Schaltungen	53
2.21	142121: Master-Praktikum Hochfrequente Systeme	55
2.22	142062: Master-Praktikum Mess- und Regelschaltungen mit Mikrocontrollern .	57
2.23	142380: Master-Praktikum Nanoelektronik	59
2.24	142180: Master-Praktikum Schaltungsdesign integrierter Hochfrequenzschaltungen mit Cadence	60
2.25	142379: Master-Projekt Humanitäre Technologie	62
2.26	143142: Master-Seminar Eingebettete Systeme	63
2.27	143289: Master-Seminar Elektroniksysteme	64
2.28	143122: Master-Seminar Hochfrequente Sensoren und Messsysteme	65
2.29	143121: Master-Seminar Mobilkommunikation	67
2.30	143264: Master-Seminar Photonics	69
2.31	143265: Master-Seminar Terahertz Technology	70
2.32	140003: Master-Startup ETIT	71
2.33	144101: Masterarbeit ETIT	72
2.34	141068: Messverfahren und Sensoren	73
2.35	141383: Mikro-Elektromechanische Systeme (MEMS)	75
2.36	141386: Mikroaktorik und Mikrosensorik	76
2.37	141389: Mikrosystemtechnik	78
2.38	141105: Nichttechnische Veranstaltungen	80
2.39	141387: Niedrigdimensionale Halbleitersysteme	82
2.40	141482: Numerical Photonics in Python	84
2.41	141132: Simulation Hochfrequenter Systeme	86
2.42	139180: Smarte Apparate	88
2.43	141131: Systeme der Hochfrequenztechnik	90
2.44	141128: Systeme und Schaltungen der Mobilkommunikation	92
2.45	141272: Terahertztechnologie	94
2.46	141183: VLSI-Entwurf	96

Kapitel 1

Module

1.1 Master-Praktikum EL

Nummer:	149749
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Nils Pohl
Arbeitsaufwand:	Mindestens 90 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
Leistungspunkte:	≥ 3
Semester:	1.-3. Semester (MaET)
Dauer:	1 Semester

Veranstaltungen:

142063: Master-Praktikum Analoge Schaltungstechnik	3 SWS	(S.47)
142181: Master-Praktikum Entwurf integrierter Digitalschaltungen mit VHDL	3 SWS	(S.49)
142301: Master-Praktikum Fortgeschrittener Layout Entwurf integrierter Schaltungen	3 SWS	(S.51)
142300: Master-Praktikum Grundlagen des Layout-Entwurfs integrierter Schaltungen	3 SWS	(S.53)
142121: Master-Praktikum Hochfrequente Systeme	3 SWS	(S.55)
142062: Master-Praktikum Mess- und Regelschaltungen mit Mikrocontrollern	3 SWS	(S.57)
142380: Master-Praktikum Nanoelektronik	3 SWS	(S.59)
142180: Master-Praktikum Schaltungsdesign integrierter Hochfrequenzschaltungen mit Cadence	3 SWS	(S.60)
142379: Master-Projekt Humanitäre Technologie	3 SWS	(S.62)

Ziele: Die Studierenden sind befähigt, in einem kleinen Team Aufgaben aus dem Bereich des Studienschwerpunkts zu lösen und die Ergebnisse in ingenieurwissenschaftlicher Weise zu dokumentieren. Sie können gezielt Methoden der strukturierten Analyse anwenden und deren Wirkung analysieren.

Inhalt: Das Modul besteht aus einem Praktikum oder einem Projekt.

In einem Praktikum werden fortgeschrittene Themen des Studienschwerpunkts in einzelnen praktischen Versuchen behandelt. In einem Projekt werden komplexe Themen eigenständig im Verlauf eines Semesters bearbeitet.

Prüfungsform: Praktikum oder Projektarbeit

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: siehe Lehrveranstaltungen

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): Master Elektrotechnik und Informationstechnik

Stellenwert der Note für die Endnote: 0 / 84

1.2 Master-Seminar EL

Nummer:	149748
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Nils Pohl
Arbeitsaufwand:	Mindestens 90 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
Leistungspunkte:	≥ 3
Semester:	1.-3. Semester (MaET)
Dauer:	1 Semester

Veranstaltungen:

143142: Master-Seminar Eingebettete Systeme	3 SWS	(S.63)
143289: Master-Seminar Elektroniksysteme	3 SWS	(S.64)
143122: Master-Seminar Hochfrequente Sensoren und Messsysteme	3 SWS	(S.65)
143121: Master-Seminar Mobilkommunikation	3 SWS	(S.67)
143264: Master-Seminar Photonics	3 SWS	(S.69)
143265: Master-Seminar Terahertz Technology	3 SWS	(S.70)

Ziele: Die Studierenden sind befähigt, selbständig Literatur zu einem gegebenen Thema zu sichten, die wesentlichen Inhalte zu erfassen und diese wiederzugeben. Sie haben die Schlüsselqualifikationen zur Präsentation ihrer Ergebnisse: sowohl die schriftliche Ausarbeitung eines Themas, als auch Präsentationstechniken und rhetorische Techniken.

Inhalt: Einzelthemen aus dem gewählten Seminarthema werden in Vorträgen dargestellt. Die Studierenden halten jeweils einen Vortrag, hören die Vorträge der anderen Studierenden und diskutieren die Inhalte miteinander. Dabei geht es nicht um die reine Wissensvermittlung, sondern das Erlernen des wissenschaftlichen Diskurses. Daraus resultiert eine Anwesenheitspflicht an der zu Beginn des Seminars festgelegten Anzahl von Einzelterminen.

Prüfungsform: Seminarbeitrag

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: siehe Lehrveranstaltungen

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): Master Elektrotechnik und Informationstechnik

Stellenwert der Note für die Endnote: 0 / 84

1.3 Master-Startup ETIT

Nummer: 149876
Verantwortlicher: Studiendekan ETIT
Arbeitsaufwand: Keine Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
Leistungspunkte: 1
Semester: 1., 2. oder 3. Semester

Veranstaltungen:

140003: Master-Startup ETIT 2 SWS (S.71)

Ziele: Erleichterung des Einstiegs in das Studium; Vernetzung der Studierenden untereinander; Einsicht in Berufsbilder, Karrieremöglichkeiten etc.

Inhalt: Studienbegleitende Informationen, Exkursionen, Vorträge etc.

Prüfungsform: Es handelt sich um eine freiwillige Zusatzveranstaltung.

Stellenwert der Note für die Endnote: 0 / 84

1.4 Masterarbeit ETIT

Nummer: 149826
Verantwortlicher: Studiendekan ETIT
Arbeitsaufwand: 0 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
Leistungspunkte:
Semester: 4. Semester (MaET)
Dauer: 6 Monate

Veranstaltungen:

144101: Masterarbeit ETIT (S.72)

Ziele: Die Teilnehmer sind mit Arbeitsmethoden der wissenschaftlichen Forschung und der Projektorganisation vertraut. Ihre fortgeschrittenen Kenntnisse und Arbeitsergebnisse können sie verständlich präsentieren.

Inhalt: Weitgehend eigenständige Lösung einer wissenschaftlichen Aufgabe unter Anleitung. Teilnahme an 5 Kolloquiumsvorträgen über die Ergebnisse von Masterarbeiten in der Fakultät ET & IT. Präsentation der eigenen Ergebnisse der Masterarbeit im Kolloquium.

Prüfungsform: Abschlussarbeit

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgreiches Bestehen der Abschlussarbeit.

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): Master Elektrotechnik und Informationstechnik

Stellenwert der Note für die Endnote: 0 / 84

1.5 Nichttechnische Wahlfächer

Nummer:	149827
Verantwortlicher:	Studiendekan ETIT
Arbeitsaufwand:	Mindestens 150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
Leistungspunkte:	≥ 5
Semester:	1.-3. Semester (MaET)
Dauer:	1 Semester

Veranstaltungen:

141105: Nichttechnische Veranstaltungen (S.80)

Ziele: Innerhalb des Moduls setzen die Studierenden entsprechend ihrer Interessen verschiedene Schwerpunkte. Dafür steht Ihnen das breite Angebot der ganzen Universität zur Verfügung. Sie beherrschen entsprechend ihrer Auswahl verschiedene Schlüsselqualifikationen.

Inhalt: Die nichttechnischen Wahlfächer erweitern die Soft Skills. Z.B. wird die englische Fachsprache verbessert, in die Grundlagen der Rechtswissenschaften eingeführt oder Grundkenntnisse der Betriebswirtschaft vermittelt. Bei der Auswahl haben die Studierenden die Möglichkeit eine Auswahl entsprechend der eigenen Interessen zu treffen.

Prüfungsform: siehe Lehrveranstaltungen

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: siehe Lehrveranstaltungen

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): Master Elektrotechnik und Informationstechnik

Stellenwert der Note für die Endnote: 0 / 84

1.6 Pflichtfach 1 EL

Nummer:	149741
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes
Arbeitsaufwand:	150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
Leistungspunkte:	5
Semester:	1., 2. oder 3. Semester (MaET)
Dauer:	1 Semester

Veranstaltungen:

141131: Systeme der Hochfrequenztechnik 4 SWS (S.90)

Ziele: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über vertiefte Kenntnisse zur Beschreibung und Analyse hochfrequenter Phänomene und Komponenten sowie komplexer hochfrequenter Systeme. Sie haben erweiterte Kenntnisse über Bauelemente und Schaltungen der Hochfrequenztechnik. Die Studierenden beherrschen Methoden zur Analyse und zum Entwurf hochfrequenter Systeme und können diese in praxisrelevanten Beispielen der Kommunikationstechnik, der Radar-, Mess- und Sensortechnik sowie der Medizintechnik anwenden. Die Studierenden können entscheiden, unter welchen Bedingungen bestimmte Verfahren und Konzepte in der Praxis eingesetzt werden und wie wichtige Systemparameter zu wählen sind.

Inhalt: Das Modul bietet einen umfassenden und vertieften Überblick zu hochfrequenten Systemen. In der Vorlesung werden die folgenden Themen behandelt:

- Passive und aktive Bauelemente und Schaltungen der Hochfrequenztechnik
- Verfahren zur Analyse und zum Entwurf hochfrequenter Systeme
- Vorstellung hochfrequenter Systeme aus den Bereichen der Kommunikationstechnik, der Radar-, Mess- und Sensortechnik sowie der Medizintechnik und Erläuterung der Anwendung an praxisrelevanten Beispielen.

Prüfungsform: Prüfungsgespräch (30 Minuten)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): Master Elektrotechnik und Informationstechnik

Stellenwert der Note für die Endnote: 5 / 84

1.7 Pflichtfach 2 EL

Nummer:	149742
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch
Arbeitsaufwand:	150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
Leistungspunkte:	5
Semester:	1., 2. oder 3. Semester (MaET)
Dauer:	1 Semester

Veranstaltungen:

141062: Analoge Schaltungstechnik 4 SWS (S.21)

Ziele: Die Studierenden kennen die grundlegenden Prinzipien zur Reduktion der wesentlichen Fehlereinflüsse in analogen integrierten Schaltungen. Der Einsatz der diskutierten Verfahren in kommerziellen Schaltungen wird beherrscht. Ausgehend von analytischen und numerischen Schaltungs-Analyseverfahren wurden die Fähigkeiten zur Schaltungssynthese weiter einwickelt.

Inhalt: Das Modul vermittelt grundlegende Prinzipien in folgenden Bereichen:

- Arbeitspunkteinstellung
- Differenzverstärker
- Oszillatoren
- Frequenzverdoppler
- Phasenregelschleife
- Direkte Digitale Synthese

Prüfungsform: Prüfungsgespräch (30 Minuten)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): Master Elektrotechnik und Informationstechnik

Stellenwert der Note für die Endnote: 5 / 84

1.8 Pflichtfach 3 EL

Nummer: 149743
Verantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Nils Pohl
Arbeitsaufwand: 150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
Leistungspunkte: 5
Semester: 1., 2. oder 3. Semester (MaET)
Dauer: 1 Semester

Veranstaltungen:

141181: Integrierte Digitalschaltungen 4 SWS (S.44)

Ziele: Die Studierenden kennen den aktuellen Stand der Technik in CMOS-Digitalschaltungen, den Konzept- und Systemingenieure, sowie VLSI-Designer brauchen, um erfolgreich zu arbeiten. Dabei werden sowohl die theoretischen Grundlagen der Bauelemente, als auch der Schritt vom Bauelement über die Schaltung zum System beherrscht.

Inhalt: Dieses Modul führt ein in die wesentlichen Grundlagen für die Materie der integrierten Schaltungen und Systeme. Nach einer einführenden Behandlung der Grundlagen und Anwendungen der Mikroelektronik schreitet die Vorlesung über die Behandlung einer Reihe von Einzelheiten integrierter Halbleiterbauelemente zu den integrierten digitalen CMOS-Grundsaltungen voran. Zuletzt wendet sich die Vorlesung komplexeren Aufgabenstellungen beim Entwurf von integrierten Systemkomponenten und Systemen zu.

Prüfungsform: Klausurarbeit (120 Minuten)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgreiches Bestehen der Modulklausur.

Stellenwert der Note für die Endnote: 5 / 84

1.9 Pflichtfach 4 EL

Nummer:	149744
Verantwortlicher:	Dr.-Ing. Pierre Mayr
Arbeitsaufwand:	150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
Leistungspunkte:	5
Semester:	1., 2. oder 3. Semester (MaET)
Dauer:	1 Semester

Veranstaltungen:

141183: VLSI-Entwurf 4 SWS (S.96)

Ziele: Die Studierenden sind mit wichtigen Aspekten des VLSI-Entwurfs, die beim Konzipieren komplexer mikroelektronischer Systeme und bei der praktischen Umsetzung der Konzepte in reale integrierte Schaltungen beachtet werden müssen, vertraut. Dabei wurde detailliertes Fachwissen über die im Inhalt skizzierten Punkte erworben.

Inhalt: Komplexe elektronische Systeme der Kommunikationstechnik, der Computertechnik, der Regelungstechnik oder anderer Bereiche der Elektronik werden heute in vielen Fällen als hochintegrierte, mikroelektronische Schaltungen auf Silizium (System on a Chip) realisiert. Solche Systeme können sowohl rein digital arbeiten als auch aus analogen und digitalen Komponenten aufgebaut sein. Die Vorlesung gibt einen Überblick über wichtige Elemente des Entwurfs moderner hochintegrierter Systeme, d.h. des VLSI-Entwurfs (VLSI steht für Very Large Scale Integration). Nach einer Einführung in die heutigen Entwicklungstrends bei VLSI-Systemen werden zunächst die mit der Strukturverkleinerung bei MOSFETs, dem Arbeitspferd für die Hochintegration, einhergehenden Veränderungen der Transistoreigenschaften behandelt. Da Hochintegration nur erfolgreich sein kann, wenn auf allen Ebenen des Entwurfs auf Einsparung von Verlustleistung geachtet wird, nimmt dieser Aspekt anschließend einen breiten Raum ein. Dem schließt sich eine Darstellung von ausgewählten Teilsystemen an, die bei der Hochintegration eine zentrale Rolle spielen, z.B. von Takterzeugung und -verteilung, eingebetteten Speichern u.a.m.. Erläutert wird, dass bei Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit und Komplexität der Frage der Signalqualität auf dem Chip große Bedeutung beim VLSI-Entwurf zukommt.

Prüfungsform: Klausurarbeit (120 Minuten)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgreiches Bestehen der Modulklausur.

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): Master Elektrotechnik und Informationstechnik

Stellenwert der Note für die Endnote: 5 / 84

1.10 Pflichtfach 5 EL

Nummer:	149745
Verantwortlicher:	Dr.-Ing. Christoph Baer
Arbeitsaufwand:	150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
Leistungspunkte:	5
Semester:	1., 2. oder 3. Semester (MaET)
Dauer:	1 Semester

Veranstaltungen:

141068: Messverfahren und Sensoren 4 SWS (S.73)

Ziele: Im Rahmen des Moduls werden verschiedene berührungsbefahene und berührungsllose Sensoren und Messverfahren erarbeitet, die es erlauben physikalische Grundgrößen zu erfassen und diese zu interpretieren. Darüber hinaus werden Verfahren zur Fehlerabschätzung vorgestellt. Im Rahmen der Übung werden die behandelten Sensoren in der Praxis getestet.

Inhalt: Grundlagen der Messtechnik:

Begriffe, Größen und Einheiten, Messfehler, Messunsicherheit, Methoden zur Schätzung der Messunsicherheit, Darstellung von Messwerten, Messketten, Modelle und Messwertanzeige

Mechanische Messverfahren:

Lehrdorn, Rachenlehre, Messschieber, Bügelmessschraube, Abbe'sches Gesetz,

Invasive, Elektrotechnische Sensoren:

Resistive Temperaturfühler, Vierleiter Messung, Instrumentenverstärker, Aufbau von Drucksensoren und Dehnungsmessstreifen, Brückenschaltungen, Temperaturkompensation von Drucksensoren, Aufbau und Funktionsweise von Luftfeuchtsensoren, Betriebsschaltungen für kapazitive Feuchtesensoren, Grundlagen von Beschleunigungssensoren

Nichtinvasive, elektrotechnische Sensoren:

Pyrometer, Optische Druck- Dichtemessung, Radarbasierte Druckmessung, Dopplereffekt, Radarbasierte Geschwindigkeitsmessung, Bodenradarverfahren, Radarbildgebung

Prüfungsform: Prüfungsgespräch (30 Minuten)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): Master Elektrotechnik und Informationstechnik

Stellenwert der Note für die Endnote: 5 / 84

1.11 Pflichtfach 6 EL

Nummer:	149746
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Martin Hoffmann
Arbeitsaufwand:	150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
Leistungspunkte:	5
Semester:	1., 2. oder 3. Semester (MaET)
Dauer:	1 Semester

Veranstaltungen:

141389: Mikrosystemtechnik

4 SWS (S.78)

Ziele: Die Studierenden können die Skalierung physikalischer Vorgänge selbst bewerten und sie anhand von Kennzahlen anwenden. Ferner sind sie in der Lage, einfache Grundprinzipie der Mikromechanik eigenständig anzuwenden. Insbesondere kennen sie die besonderen Eigenschaften von Silicium als mechanisches Material.

Sie können wesentliche Wandler-Konzepte der Mikrosystemtechnik beschreiben und auf einfache Anwendungen beziehen. Anhand ausgewählter Beispiele können sie dabei auch einen Systemkontext darstellen und aufzeigen wie die konkreten Anwendungen die Wandler Konzepte der Mikrosystemtechnik beeinflussen.

Ferner kennen die Studierenden die wichtigsten MST-spezifischen Technologien und können den Einfluss der Temperatur auf Mikrosysteme bewerten.

Inhalt: Das Modul gliedert sich in folgende Schwerpunkte:

- Einführung in die Mikrosystemtechnik (MST): Nach einer Darstellung der Entwicklung der MST aus der Halbleitertechnik heraus werden anhand von Beispielen unterschiedliche Anwendungen von mikrotechnischen Druck- und Beschleunigungssensoren vorgestellt und damit das Anwendungsgebiet der MST aufgezeigt.
- Skalierung und Kennzahlen: Die Besonderheiten der Verkleinerung für Sensoren und Aktoren werden allgemein anhand des Verfahrens der Skalierung und mit Hilfe von dimensionslosen Kennzahlen diskutiert. Insbesondere werden die prinzipiellen besonderen Eigenschaften von Mikrosystemen erarbeitet.
- Grundlagen der Mikromechanik: Zunächst werden wesentliche Grundprinzipie der Mechanik dargestellt, die für die MST von Bedeutung sind. Im zweiten Abschnitt werden dann insbesondere die mikromechanischen Eigenschaften von Silicium vorgestellt, die die Basis der meisten Mikrosysteme sind. Schwerpunkte sind dabei das anisotrope Verhalten von Einkristallen sowie die besonderen elektromechanischen Eigenschaften von Si. Zusätzlich wird das Thema der thermisch induzierten mechanischen Spannungen behandelt.
- Wandler-Konzepte: In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Wandler-Konzepte zwischen nicht-elektrischen und elektrischen Domänen dargestellt, wobei sowohl einfache sensorische wie aktorische Wandler betrachtet werden. Anhand der Kontinuitäts- und Bilanzgleichung wird aufgezeigt, dass sich viele physikalische Domänen auch als Netzwerke darstellen lassen. Vertieft und mit dem dazugehörigen Systemansatz dargestellt werden

drei ausgewählte Wandler: Der Digitale Licht-Prozessor (DLP) für die Videoprojektion, der Drehratensensor sowie das Mikrofon.

- Technologien der Mikrosystemtechnik: Abschließend erfolgt eine Einführung in die Basistechnologien der Mikrosystemtechnik, wobei hier nur ein kurzer Abriss über die besonderen Prozesse erfolgt. Es soll aufgezeigt werden, wie modifizierte Halbleiterprozesse auch eine dreidimensionale Strukturierung von Silicium für die Mikromechanik erlauben.

Prüfungsform: Prüfungsgespräch (30 Minuten) + Studienbegleitende Aufgaben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs und Teilnahme an mindestens 2 praktischen Übungen.

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): Master Elektrotechnik und Informationstechnik

Stellenwert der Note für die Endnote: 5 / 84

1.12 Wahlfächer

Nummer: 149864
Verantwortlicher: Studiendekan ETIT
Arbeitsaufwand: Mindestens 750 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
Leistungspunkte: ≥ 25

Veranstaltungen:

141106: freie Veranstaltungswahl (S.35)

Ziele: Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in technischen oder nichttechnischen Gebieten entsprechend ihrer Wahl. Dies beinhaltet sowohl die fachliche Vertiefung als auch den Erwerb von Schlüsselqualifikationen.

Inhalt: Bei der Auswahl geeigneter Lehrveranstaltungen kann das Vorlesungsverzeichnis der Ruhr-Universität verwendet werden. Dies schließt Veranstaltungen aller Fakultäten, des Optionalbereichs und des Zentrums für Fremdsprachenausbildung (Veranstaltungen aus Master-, Bachelor- oder Diplomstudiengängen) mit ein, also auch die Angebote der [nichttechnischen Veranstaltungen](#). Im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung mit der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dortmund ist auch die Wahl dort angebotener Veranstaltungen möglich.

Prüfungsform: siehe Lehrveranstaltungen

Stellenwert der Note für die Endnote: 25 / 84

1.13 Wahlpflichtfächer EL

Nummer:	149747
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Nils Pohl
Arbeitsaufwand:	Mindestens 720 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
Leistungspunkte:	≥ 24
Semester:	1.-3. Semester (MaET)
Dauer:	1 Semester

Veranstaltungen:

141124: Analoge CMOS-Schaltungen für Mobilfunksysteme	3 SWS	(S.20)
141122: Antennen für die Mobil- und Satellitenkommunikation	3 SWS	(S.23)
141133: Ausbreitung und Erzeugung elektromagnetischer Wellen	4 SWS	(S.25)
141380: Ausgewählte Kapitel der Mikrosystemtechnik	2 SWS	(S.27)
141125: Einführung in die Radartechnik	4 SWS	(S.29)
141067: Elektronische Schaltungen für die industrielle Durchfluss Messtechnik	3 SWS	(S.31)
141301: Entwurf analoger BiCMOS Schaltungen	4 SWS	(S.33)
141388: Halbleitertechnologie 2	3 SWS	(S.36)
141144: Hardware Modeling and Simulation	4 SWS	(S.38)
141127: Hochfrequenzmesstechnik	4 SWS	(S.39)
141302: Integrationsgerechte BiCMOS Schaltungen	4 SWS	(S.41)
141187: Integrierte Hochfrequenzschaltungen für die Mess- und Kommunikationstechnik	4 SWS	(S.45)
141069: Kognitive Sensorik	4 SWS	(S.46)
141383: Mikro-Elektromechanische Systeme (MEMS)	3 SWS	(S.75)
141386: Mikroaktorik und Mikrosensorik	3 SWS	(S.76)
141387: Niedrigdimensionale Halbleitersysteme	3 SWS	(S.82)
141482: Numerical Photonics in Python	4 SWS	(S.84)
141132: Simulation Hochfrequenter Systeme	4 SWS	(S.86)
139180: Smarte Apparate	4 SWS	(S.88)
141128: Systeme und Schaltungen der Mobilkommunikation	3 SWS	(S.92)
141272: Terahertztechnologie	4 SWS	(S.94)

Ziele: Die Studierenden haben fachspezifische Kenntnisse auf dem Gebiet des Studienschwerpunktes, können diese anwenden und entsprechende Fragestellungen analysieren und lösen.

Inhalt: Es sind Module aus dem Wahlpflichtkatalog des Studienschwerpunktes auszuwählen. Jedes Modul besteht aus je einer Lehrveranstaltung mit eigener Modulabschlussprüfung.

Zur Vermeidung von Mehrfachbeschreibungen jeweils identischer Module und Lehrveranstaltungen, wird direkt auf die Lehrveranstaltungsbeschreibung verwiesen, die auch die jeweils zugehörigen LP enthält.

Insgesamt sind im Wahlpflichtbereich Module im Gesamtumfang von mindestens 24 Leistungspunkten zu wählen.

Prüfungsform: siehe Lehrveranstaltungen

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: siehe Lehrveranstaltungen

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): Master Elektrotechnik und Informationstechnik

Stellenwert der Note für die Endnote: 24 / 84

Kapitel 2

Veranstaltungen

2.1 141124: Analoge CMOS-Schaltungen für Mobilfunksysteme

Nummer:	141124
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Vadim Issakov
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	4
Angeboten im:	

Ziele: Mobilfunkgeräte (Handys) für die verschiedenen Mobilfunknetze und -standards enthalten komplexe Systeme, bei denen die entscheidenden Funktionen auf einer integrierten Schaltung (System on a Chip, SoC), oder mehreren Schaltungen untergebracht sind. Die Studierenden kennen die wichtigsten integrierten Grundschaltungen im Analogteil eines Mobilfunkgerätes und beherrschen aktuelle Lösungen in CMOS-Technik. So haben sie vertiefte Kenntnisse über Grundschaltungen im Analogteil eines Mobilfunkgerätes erworben. Sie verstehen, wie diese in wichtigen Transceiver-Architekturen zusammenspielen und in welcher Weise in modernen Mobilfunksystemen hochfrequenz- und nachrichtentechnische Prinzipien zusammen mit monolithischer Systemintegration angewandt werden.

Inhalt: Nach einem Überblick über die wichtigsten Mobilfunkstandards, und deren Systemdaten werden zunächst die wichtigsten Transceiver-Architekturen vorgestellt, in die sich die in der Vorlesung behandelten integrierten Schaltungen für den Empfangs- und den Sendepfad einfügen. Dazu gehören rauscharme Verstärker, Mischer, Frequenzsynthesizer, und deren Komponenten (spannungsgesteuerte Oszillatoren, Phasenregelkreis und Frequenzteiler), sowie Leistungsverstärker und A/D-Wandler. Es werden jeweils die theoretischen Grundlagen der Schaltungen behandelt, und dann Ausführungen auf Transistorebene vorgestellt.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Grundkenntnisse der Hochfrequenz- und Schaltungstechnik

Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Übungsaufgaben und die Nachbereitung der Vorlesung sind etwa 60 Stunden (ca. 4 Stunden / Woche) vorgesehen. Da bei regelmäßiger Bearbeitung der Übungen der gesamte Lehrstoff vertieft wird, sind für die Prüfungsvorbereitung lediglich 18 Stunden angesetzt.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

2.2 141062: Analoge Schaltungstechnik

Nummer:	141062
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	Tafelanschrieb
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch
Dozenten:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch M. Sc. Bent Walther
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Gruppengröße:	maximal 40
Angeboten im:	Sommersemester

Ziele: Die Studierenden kennen die grundlegenden Prinzipien zur Reduktion der wesentlichen Fehlereinflüsse in analogen integrierten Schaltungen. Der Einsatz der diskutierten Verfahren in kommerziellen Schaltungen wird beherrscht. Ausgehend von analytischen und numerischen Schaltungs-Analyseverfahren wurden die Fähigkeiten zur Schaltungssynthese weiter entwickelt.

Inhalt: Die Vorlesung vermittelt grundlegende Prinzipien in folgenden Bereichen:

- Arbeitspunkteinstellung
- Differenzverstärker
- Oszillatoren
- Frequenzverdoppler
- Phasenregelschleife
- Direkte Digitale Synthese

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Inhalte der Vorlesungen

- Elektronische Schaltungen,
- Messtechnik

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestandene Prüfung

2.3 141122: Antennen für die Mobil- und Satellitenkommunikation

Nummer:	141122
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Matthias Geissler
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	4
Gruppengröße:	ca. 15 - 25
Angeboten im:	Sommersemester

Ziele: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden vertiefte Kenntnisse aus dem Bereich der Antennentechnik. Die Studierenden kennen die mathematischen Methoden und sind in der Lage komplexe Antennensysteme zu beschreiben und ihre Funktionsweise zu erläutern. Sie können Konzepte und Verfahren auswählen, um je nach Anwendungsszenario die Antennencharakteristik unter Berücksichtigung weiterer Randbedingungen zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden können komplexe Mehrantennensysteme unterscheiden und deren Leistungsparameter beurteilen.

Inhalt: Das Modul bietet einen vertieften Einstieg in die Antennentechnik. Mit Blick auf praxisrelevante Anwendungen von Antennen, liegt ein Schwerpunkt auf Antennen im Mobilfunk und der Satellitenkommunikation, da die Antennen hier von zentraler Bedeutung sind, weil ihre Eigenschaften direkt die Übertragungsqualität und die Reichweite der Sprach- und Datendienste bestimmen. Bei den Antennen auf der Nutzerseite spielen dabei, neben Gewinn und Wirkungsgrad, viele andere Faktoren wie z.B. der Einfluss des Benutzers, Umgebungseinflüsse, Ausrichtung des Antennenbeams und ggf. die mechanische oder elektronische Strahlnachführung eine Rolle. Die Vorlesung bietet daher neben allgemeinen Grundlagen zu Antennen einen praxisnahen Einblick in Konzepte, Entwicklung und Optimierung von Antennen für den Mobilfunk sowie für die Satellitenfunktechnik.

Aus dem Inhalt:

- Grundbauformen von Antennen und typische Applikationen
- Hertzscher Dipol, lineare Antennen, PIF-Antennen, Microstripantennen
- Arrays, Apertur- und Reflektorantennen
- Antennen für die mobile Kommunikation in Funkmodulen, Mobiltelefonen, Fahrzeugen
- Mechanisch nachführbare Antennen für die mobile Satellitenkommunikation
- Elektronisches Beamforming / Phased Arrays

Daneben umfasst die Vorlesung auch eine interaktive Sitzung zum Antennenentwurf mittels numerischen Simulationstools sowie eine Exkursion in ein Antennenmesslabor.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Vorlesung “Grundlagen der Hochfrequenztechnik”

Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Literatur:

- [1] Stirner, Edmund ”Antennen III. Meßtechnik”, Hüthig, 1985
- [2] Kark, Klaus ”Antennen und Strahlungsfelder”, Vieweg, 2004

2.4 141133: Ausbreitung und Erzeugung elektromagnetischer Wellen

Nummer:	141133
Lehrform:	Vorlesung
Medienform:	Folien Moodle rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes
Dozent:	Dr.-Ing. Jan Barowski
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: Die Studierenden erlangen ein fundiertes Verständnis über die physikalischen Vorgänge bei der Erzeugung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen. Sie sind in der Lage elektromagnetische Wellen im Freiraum und auf Leitungsstrukturen sowie deren Interaktion mit Materialien zu beschreiben.

Inhalt: Den Studierenden werden grundlegende Phänomene der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen vermittelt. Auf Basis der Maxwell'schen Gleichungen wird die Wellenausbreitung im freien Raum sowie in Materialien und innerhalb von Leitungsstrukturen diskutiert. Dabei werden Hohlleiter, dielektrische Wellenleiter sowie Koaxialleiter und weitere klassische Leitungsstrukturen der Hochfrequenztechnik behandelt. Den Studierenden wird das Wissen über die Erzeugung und Abstrahlung elektromagnetischer Wellen sowie einige ausgewählte Antennen vermittelt. Die gewonnenen Erkenntnisse werden unter anderem bei der Berechnung des Link-Budgets in mobilen Kommunikationssystemen angewandt. Zur Vertiefung des Verständnisses werden im Rahmen der Vorlesung integrierte Übungen durchgeführt.

In der Vorlesung werden die folgenden Themen behandelt:

- Ableitung der Wellengleichung aus den Maxwell-Gleichungen
- Ausbreitung und Klassifizierung elektromagnetischer Wellen
- Reflexion / Transmission an Grenzschichten und deren Anwendung
- Leitungsgebundene elektromagnetische Wellen
- Dielektrische Wellenleiter
- TEM- und Quasi-TEM Wellenleitungen
- Abstrahlung elektromagnetischer Wellen
- Antennen und Fernfeldnäherungen
- Energieübertragung im Funkfeld
- Radargleichung

Empfohlene Vorkenntnisse: Inhalte der Vorlesungen “Elektrotechnik 1-2”, “Mathematik 1-3”

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 5 Stunden pro Woche, in Summe 70 Stunden, erforderlich. Etwa 24 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

2.5 141380: Ausgewählte Kapitel der Mikrosystemtechnik

Nummer:	141380
Lehrform:	Vorlesung
Medienform:	rechnerbasierte Präsentation
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Martin Hoffmann
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Martin Hoffmann
Sprache:	Deutsch
SWS:	2
Leistungspunkte:	3
Gruppengröße:	ca. 5-10
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: Die Vorlesung soll Einblicke in die aktuelle Forschung domänenübergreifender Systemansätze ermöglichen und die Studierenden insbesondere in folgenden Feldern befähigen:

Die Studierenden kennen grundsätzliche Ansätze zur Entwurfsmethodik und zum Projektmanagement komplexer Systeme und können geeignete Ansätze auswählen.

Sie können am Beispiel der Grenzflächen-Effekte und deren Nutzung für verschiedene Systeme die übergreifenden Zusammenhänge erklären und sind in der Lage, für ausgewählte Anwendungen die besonderen Herausforderungen und Abhängigkeiten zu benennen.

Inhalt: Die Vorlesung behandelt einige spezielle Themen zur Mikrosystemtechnik. Neben aktuellen Themen aus der Forschung am Lehrstuhl für Mikrosystemtechnik werden folgende Schwerpunkte vorgestellt:

- Entwurfsmethodik für komplexe Systeme – von der Idee zum verifizierten System
- Projektmanagement – komplexe Prozesse steuern und Fehler frühzeitig erkennen
- Grenzflächeneffekte – fundamentale funktionale Bedeutung in Mikrosystemen
- Tintenstrahldruck – eine komplexe mikrofluidische Herausforderung
- Benetzungssteuerung – wie Fluide über elektrische Felder bewegt werden können
- Licht als Aktor – die optische Pinzette für das berührungslose Greifen von z. B. Zellen
- 2D-Materialien – eine neue Materialklasse in der Mikrosystemtechnik
- Energie-autarke Sensorsysteme – welche Energie können Systeme aus der Umwelt „ernten“?

Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlegendes Interesse an domänenübergreifenden Themen und die Bereitschaft, sich auf neue Anwendungsfelder und Themen einzulassen. Dazu ist ein fundiertes, ingenieurtechnisches Grundlagenwissen erforderlich.

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 15 Wochen zu je 2 SWS entsprechen in Summe 30 Stunden Anwesenheit. Für die Vor- und Nachbereitung der Vorlesung sind in Summe 40 Stunden vorgesehen. Die Prüfungsvorbereitung beträgt 20 Stunden.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

2.6 141125: Einführung in die Radartechnik

Nummer:	141125
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch
Dozenten:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch B. Sc. Marco Osenberg
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Gruppengröße:	maximal 40
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: Die Studierenden haben einen Überblick über in die Systemtechnik moderner Radarsysteme und haben zahlreiche applikationsnahe Beispiele kennen gelernt.

Inhalt: Der Begriff Radar beinhaltet Methoden zur Entdeckung von Objekten und zur Bestimmung ihrer Parameter (Lage, Bewegungszustand, Beschaffenheit) mit Hilfe elektromagnetischer Wellen. Radarverfahren werden zur Überwachung und Sicherung des Flug-, Wasser- und Landverkehrs, sowie in der Meteorologie, Erderkundung, Raumfahrt, Astronomie und industriellen Messtechnik eingesetzt. Im Rahmen der Vorlesung werden hochfrequenztechnische Aspekte sowie die Grundlagen der Signalverarbeitung behandelt:

- Radarantennen
- Radarstreukörper
- Grundlagen von Radarsystemen
- Signalverarbeitung in Radarsystemen
- FMCW-Radar
- Pulsradar

Zur Vertiefung des Verständnisses werden in der Vorlesung Radarsysteme für die industrielle Messtechnik vorgestellt.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Inhalte der Vorlesungen Systemtheorie 1-2, Elektronik 2-Schaltungen

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 5 Stunden pro Woche, in Summe 70 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestandene Prüfung

Literatur:

[1] Skolnik, Cerril I. "Introduction to Radar Systems", Mcgraw Hill Higher Education, 2000

2.7 141067: Elektronische Schaltungen für die industrielle Durchfluss Messtechnik

Nummer:	141067
Lehrform:	Vorlesung
Medienform:	rechnerbasierte Präsentation
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch
Dozent:	Dr.-Ing. Helmut Brockhaus
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	4
Gruppengröße:	maximal 40
Angeboten im:	Sommersemester

Ziele: Die Studierenden sind mit Aufbau, Funktionen und Anforderungen industrieller Messgeräte für die Durchfluss- und Mengenummessung vertraut.

Inhalt: Neben der Temperatur- und der Druckmessung sind die Durchfluss- oder Mengenummessungen die wichtigste verfahrenstechnische Größe in prozesstechnischen Anlagen. Je nach Anforderungen und Randbedingungen kommen verschiedene Messverfahren und Messgeräte zum Einsatz um die Durchflüsse oder Mengen zu regeln. In der Vorlesung werden allgemeine und messverfahrenspezifische schaltungstechnische Lösungen für Durchflussmessgeräte ausgehend von den Anforderungen erarbeitet. Hierbei werden 5 moderne berührungslose Messverfahren beispielhaft besprochen.

- Einführung
- Allgemeiner Aufbau der Elektronik für Durchflussmessgeräte
- Magnetisch Induktiver Durchflussmesser (MID)
- Coriolis Massendurchflussmesser (CMD)
- Wirbelzähler (WZ)
- Ultraschall Durchflussmesser (UL)
- Thermischer Massedurchflussmesser (TMD)

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Besuch der Vorlesung "Messtechnik"

Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: Die Kontaktzeit in der Vorlesung und der Übung entspricht 45 Stunden (30 Stunden Vorlesung und 15 Stunden Übung). Für die Vorbereitung der Übung, wozu implizit auch die Nachbereitung der Vorlesung gehört, werden 45 Stunden veranschlagt. Zur Prüfungsvorbereitung werden 30 Stunden veranschlagt.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestandene Prüfung

2.8 141301: Entwurf analoger BiCMOS Schaltungen

Nummer:	141301
Lehrform:	Vorlesung und Praxisübungen
Medienform:	Folien rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Oehm
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Oehm
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: Für den Entwurf integrierter Schaltungen in einer BiCMOS-Technologie sind genauere Kenntnisse über die Gegebenheiten in einer solchen Technologie erforderlich. Schwerpunktmäßig werden für dieses Ziel im Rahmen der Vorlesung die Zusammenhänge zwischen der geometrischen Ausgestaltung und dem daraus resultierenden elektrischen Anschlussverhalten von integrierten Strukturen vermittelt. Die der Vorlesung nachgelagerten interaktiven CAD-Rechnerübungen bieten dem Studenten die Möglichkeit, die zuvor kennengelernten Merkmale integrierter Strukturen unmittelbar nachzuempfinden.

Inhalt: Vermittelt werden insbesondere vertiefte Kenntnisse über:

- der BiCMOS Halbleiterherstellungsprozess -- Prozessabfolgen und erzeugte Topologien;
- den mathematischen Aufbau von Verhaltensbeschreibungen in SPICE-Simulatoren für
 - passive Elemente,
 - Dioden und Bipolar-Transistoren,
 - MOS-Transistoren;
- die zentralen Modellparameter und die Modellierungsstufen für integrierte Strukturen;
- den Sinn und Zweck von Design-Regeln;
- konzeptionelle Zusammenhänge zwischen Layout-Topologien und Schaltungsauslegung;
- die Notwendigkeit und die schaltungstechnische Umsetzung von ESD-Schutzstrukturen;
- integrationsgerechte Ausgestaltungen für analoge und digitale Grundschaltungsanordnungen;
- die statistischen Gesetzmäßigkeiten in der monolithischen Integration;
- die Simulation analoger/digitaler Schaltungen mit CAD-Methoden unter Verwendung von SPICE;
- die Simulation der Auswirkungen von Herstellungstoleranzen auf die Eigenschaften analoger/digitaler Schaltungen;

- das Kennverhalten einfacher Grundsaltungsanordnungen unter Berücksichtigung von statistischen Fabrikationstoleranzen;
- die Auslegung und Optimierung analoger Grundsaltungen nicht zuletzt auch unter Ausbeutegesichtspunkten.
-

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

- elementare Kenntnisse der Elektrotechnik und der Mathematik;
- Inhalte der Vorlesungen
 - Elektronik 1 - Bauelemente,
 - Elektronik 2 - Schaltungen.

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Literatur:

- [1] Catherman, Ryan , Challener, David, Safford, David, VanDoorn, Leendert, Yoder, Kent "A Practical Guide to Trusted Computing", IBM Press, 2007
- [2] Baker, R. Jacob "CMOS – CIRCUIT DESIGN, LAYOUT, AND SIMULATION", I.E.E.E.Press, 2005
- [3] Razavi, Behzad "Design of Analog CMOS Integrated Circuits", Mcgraw Hill Higher Education, 2001
- [4] Goser, Karl "Großintegrationstechnik, Teil 1: Vom Transistor zur Grundsaltung", Hüthig, 1990
- [5] Goser, Karl "Großintegrationstechnik, Teil 2: Von der Grundsaltung zum VLSI System", Hüthig, 1991
- [6] Gamm, Eberhard, Schenk, Christoph, Tietze, Ulrich "Halbleiter-Saltungstechnik", Springer Verlag, 2016
- [7] Saint, Christopher, Saint, Judy "IC Layout Basics – A PRACTIAL GUIDE", McGraw-Hill Professional, 2004
- [8] Saint, Christopher, Saint, Judy "IC Mask Design – ESSENTIAL LAYOUT TECHNIQUES", McGraw-Hill Professional, 2002
- [9] Heimsch, Wolfgang, Klar, Heinrich "Integrierte Digitale Schaltungen MOS/BICMOS", Springer, 1996
- [10] Eshragian, Karman, Eshragian, Kamran, Weste, Neil H. E. "Principles of CMOS VLSI Design: A Systems Perspective", Addison Wesley Longman Publishing Co, 1993

2.9 141106: freie Veranstaltungswahl

Nummer:	141106
Lehrform:	Beliebig
Verantwortlicher:	Dekan
Dozent:	Dozenten der RUB
Sprache:	Deutsch
Angeboten im:	Wintersemester und Sommersemester

Ziele: Innerhalb des Moduls setzen die Studierenden entsprechend ihrer Interessen verschiedene Schwerpunkte. Dafür steht Ihnen das breite Angebot der ganzen Universität zur Verfügung. Sie beherrschen entsprechend ihrer Auswahl verschiedene Schlüsselqualifikationen.

Inhalt: Bei der Auswahl geeigneter Lehrveranstaltungen kann das Vorlesungsverzeichnis der Ruhr-Universität verwendet werden. Dies schließt Veranstaltungen aller Fakultäten, des Optionalbereichs und des Zentrums für Fremdsprachenausbildung (Veranstaltungen aus Bachelor- oder Masterstudiengängen) mit ein, also auch die Angebote der nichttechnischen Veranstaltungen.

Zu beachten ist allerdings, dass bei Masterstudierenden in allen Fällen eine Anerkennung von Fächern aus dem zugehörigen Bachelorstudiengang nur sehr eingeschränkt möglich ist.

Weiterhin ist auch der Besuch von Lehrveranstaltungen anderer Univeristäten möglich - z.B. im Rahmen der Kooperationsvereinbarung mit der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dortmund.

In der Fakultät wird speziell in diesem Bereich die Veranstaltung Methodik des wissenschaftlichen Publizierens angeboten. Im Rahmen der Kooperation mit der TU Dortmund wird folgende Veranstaltung angeboten: Musikdatenanalyse.

- nichttechnische Veranstaltungen:
<http://www.ei.rub.de/studium/lehrveranstaltungen/392/>
- Methodik des wissenschaftlichen Publizierens: <https://www.ei.rub.de/studium/lehrveranstaltungen/747>
- Musikdatenanalyse: <http://www.ei.rub.de/studium/lehrveranstaltungen/785/>,

Voraussetzungen: entsprechend den Angaben zu der gewählten Veranstaltungen

Empfohlene Vorkenntnisse: entsprechend den Angaben zu der gewählten Veranstaltungen

Prüfungsform: None, studienbegleitend

Beschreibung der Prüfungsleistung: Die Prüfungsform und das Anmeldeverfahren kann entsprechend der gewählten Veranstaltungen variieren.

2.10 141388: Halbleitertechnologie 2

Nummer:	141388
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	Folien Handouts Tafelanschrieb
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Martin Hoffmann
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Martin Hoffmann
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	4
Gruppengröße:	ca. 5-10
Angeboten im:	Sommersemester

Ziele: In diesem Block werden insbesondere die Technologien der Mikrosystemtechnik vorgestellt, die über die Erzeugung reiner Elektronik-Strukturen hinausgehen, aber weitgehend auf Prozessen der Halbleitertechnologie aufsetzen. Sie umfassen auch Verfahren, die geeignet sind, mechanische und fluidische Systeme zu fertigen. Es wird jeweils auf konkrete Anwendungen Bezug genommen.

Die Studierenden sollen die verschiedenen Verfahren der additiven und subtraktiven Erzeugung von Strukturen kennenlernen und ihre Vor- und Nachteile abwägen können. In dieser Vorlesung wird auch auf die prozesstechnischen Randbedingungen (Vakuum, Grundlagen der Plasmatechnik) sowie die Reinraumtechnik eingegangen, soweit sie zum Verständnis der Prozesse notwendig sind.

Inhalt:

- Gegenüberstellung makroskopischer und mikroskopischer Fertigungstechniken
- Grenzen und Möglichkeiten der Optischen Mikroskopie
- Verunreinigungen & Reinraumtechnik zur Vermeidung
- Silicium als mikromechanisches Material
- Physikalische Gasphasenabscheidung: Spezifische Eigenschaften von Sputtern und Aufdampfen
- Funktionsmaterialien: Piezoelektrisches Aluminiumnitrid, Opfer- und Strukturmaterialien, reaktive Schichtsysteme, Glanzwinkel-Abscheidung von Nanostrukturen
- Additive Verfahren: Gasphasenabscheidung, Galvanik und stromlose Abscheidung
- LIGA - Lithografie und Galvanoabformung: Entwicklung & Anwendung
- Trockenätzprozesse: von hochselektiv bis massiv anisotrop
- Dreidimensionale Strukturen in Silicium: anisotrope Nassätzprozesse
- Einführung in die Nanoimprint-Lithografie (NIL)

Voraussetzungen: Keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Bachelor der Elektrotechnik; Vorkenntnisse in Technologie sind hilfreich, aber nicht notwendig!

Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Übungsaufgaben und die Nachbereitung der Vorlesung sind etwa 60 Stunden (ca. 4 Stunden / Woche) vorgesehen. Da bei regelmäßiger Bearbeitung der Übungen der gesamte Lehrstoff vertieft wird, sind für die Prüfungsvorbereitung lediglich 18 Stunden angesetzt.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

2.11 141144: Hardware Modeling and Simulation

Nummer:	141144
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	Folien
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Michael Hübner
Dozenten:	Prof. Dr.-Ing. Michael Hübner M. Sc. Florian Fricke M. Sc. Florian Kästner
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Angeboten im:	

Ziele: Die Studierenden kennen die Hardwarebeschreibungssprache VHDL sowie die Methoden der Simulation, Evaluation und Verifikation für digitale elektronische Schaltungen.

Inhalt:

- Entwurfsprozesse für Integrierte Schaltungen und Printed Circuit Board
- Einführung in die Hardwarebeschreibungssprache VHDL
- Simulation, Evaluation und Verifikation digitaler Schaltungen
- SystemC

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Programmiererfahrung in C, C++, ggf. HDL (VHDL, Verilog)

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Literatur:

- [1] Reichardt, Jürgen, Schwarz, Bernd "VHDL-Synthese: Entwurf digitaler Schaltungen und Systeme", Oldenbourg, 2009

2.12 141127: Hochfrequenzmesstechnik

Nummer:	141127
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	Folien Tafelanschrieb
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Angeboten im:	

Ziele: Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse aus dem Bereich der Hochfrequenzmesstechnik und haben aktuelle Forschungs- und Entwicklungsarbeiten kennengelernt.

Inhalt: Im Rahmen der Vorlesung erwerben die Studierenden Kenntnisse über Grundlagen der Hochfrequenzmesstechnik und ihre zugrunde liegenden physikalischen Prinzipien. Die angewandten Messprinzipien werden vermittelt, und es werden systematische Messfehler analysiert und Verfahren zu deren Korrektur vorgestellt. Aus dem Inhalt:

- Wichtige Komponenten der Hochfrequenzmesstechnik
- Leistungsmessungen
- Messung skalarer Zweitorparameter
- Messung komplexer Zweitorparameter mit Netzwerk-Analysatoren
- Schrittgeneratoren
- Frequenz-Messungen
- Spektrum-Analysatoren
- Abtast-Oszillographen

Zur Vertiefung des Verständnisses werden in der Vorlesung Messgeräte vorgestellt.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Inhalte der Vorlesung Grundlagen der Hochfrequenztechnik

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 5 Stunden pro Woche, in Summe 70 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Literatur:

[1] Schiek, Burkhard "Grundlagen Hochfrequenz-Messtechnik", Springer, 2007

2.13 141302: Integrationsgerechte BiCMOS Schaltungen

Nummer:	141302
Lehrform:	Vorlesung und Praxisübungen
Medienform:	Videoübertragung e-learning Folien Moodle rechnerbasierte Präsentation
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Oehm
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Oehm
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Angeboten im:	Sommersemester

Ziele: Die aus der 'diskreten' Schaltungstechnik bekannten Schaltungskonzepte sind typisch nicht eins zu eins in 'integrierte' Schaltungsstrukturen umsetzbar. Dementsprechend werden im Rahmen der Vorlesung die gängigsten Ansätze für 'integrationsgerechte' Umsetzungen von analog/digitalen Kernfunktionalitäten in eine BiCMOS-Technologie vorgestellt. Die der Vorlesung nachgelagerten interaktiven CAD-Rechnerübungen bieten dem Studenten unmittelbar die Möglichkeit, die zuvor in der Vorlesung vorgestellten Lösungsansätze auszuprobieren.

Inhalt: Wegen 'Corona' findet die Veranstaltung Integrationsgerechte BiCMOS Schaltungen im SoSe2020 ersatzweise als eLearning-Kurs statt!

Bitte melden sie sich zwecks Teilnahme an der Vorlesung im zugehörigen Moodle-Kurs zur Lehrveranstaltung an.

Behandelt werden u.a.:

- Stromspiegelanordnungen mit Kaskode
 - Standard-Topologien,
 - 'Low-Headroom'-Anordnungen,
 - 'Power-Down' Techniken,
 - 'Current DAC';
- Stromreferenzen
 - mit geringem Versorgungsspannungsdurchgriff,
 - mit verschiedenen Temperaturgängen,
 - mit 'Start-Up' Schaltungstechniken;
- Bandgap-Spannungsreferenzschaltungen
 - mit und ohne Operationsverstärker,
 - mit 'Start-Up' Schaltungstechniken,
 - 'Low-Headroom' Varianten für $V_{dd} \downarrow 1.2$ Volt;
- 'OTA' und 'OV' (Transkonduktanz- und Operationsverstärker)
 - verschiedene Schaltungstopologien,
 - Techniken zur Gestaltung des Frequenzgangs,

- Square-Law Schaltungen
 - lineares Verstärken mit GHz-Bandbreite;
- zeitdiskrete Schaltungstechniken
 - Chopper-Stromspiegel,
 - Chopper-Bandgap-Spannungsreferenz,
 - Ping-Pong Operationsverstärker,
 - SC-Filterschaltungen,
 - Delta-Sigma Konzepte.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

- elementare Kenntnisse der Elektrotechnik und der Mathematik;
- Inhalte der Vorlesungen
 - Entwurf analoger BiCMOS Schaltungen (EaBS),
 - Elektronik 1 - Bauelemente,
 - Elektronik 2 - Schaltungen.

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Literatur:

- [1] Bender, S., Budde, W., Bunk, G. "BiCMOS-Schaltungen für Hochfrequenz- und Basisband-Signalverarbeitung", Springer, 1996
- [2] Baker, R. Jacob "CMOS – CIRCUIT DESIGN, LAYOUT, AND SIMULATION", I.E.E.E.Press, 2005
- [3] Razavi, Behzad "Design of Analog CMOS Integrated Circuits", Mcgraw Hill Higher Education, 2001
- [4] Razavi, Behzad "Design of Integrated Circuits for Optical Communications", McGraw-Hill Professional, 2003
- [5] Crocoll, Erich, Jutzi, Wilhelm "Digitalschaltungen. Eine Einführung", Springer, 1995
- [6] Goser, Karl "Großintegrationstechnik, Teil 1: Vom Transistor zur Grundschaltung", Hüthig, 1990
- [7] Goser, Karl "Großintegrationstechnik, Teil 2: Von der Grundschaltung zum VLSI System", Hüthig, 1991
- [8] Gamm, Eberhard, Schenk, Christoph, Tietze, Ulrich "Halbleiter-Schaltungstechnik", Springer Verlag, 2016
- [9] Saint, Christopher, Saint, Judy "IC Layout Basics – A PRACTIAL GUIDE", McGraw-Hill Professional, 2004
- [10] Saint, Christopher, Saint, Judy "IC Mask Design – ESSENTIAL LAYOUT TECHNIQUES", McGraw-Hill Professional, 2002
- [11] Heimsch, Wolfgang, Klar, Heinrich "Integrierte Digitale Schaltungen MOS/BICMOS", Springer, 1996
- [12] Eshragian, Karman, Eshragian, Kamran, Weste, Neil H. E. "Principles of CMOS VLSI Design: A Systems Perspective", Addison Wesley Longman Publishing Co, 1993
- [13] Geiger, Randall, Strader, Noel "VLSI Design Techniques for Analog and Digital Circuits", McGraw-Hill Professional, 1989
- [14] Hoffmann, Kurt "VLSI-Entwurf. Modelle und Schaltungen", Oldenbourg, 1990

2.14 141181: Integrierte Digitalschaltungen

Nummer:	141181
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Nils Pohl
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Nils Pohl
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Gruppengröße:	typischerweise 30 Teilnehmer
Angeboten im:	Sommersemester

Ziele: Die Studierenden kennen den aktuellen Stand der Technik in CMOS-Digitalschaltungen, den Konzept- und Systemingenieure, sowie VLSI-Designer brauchen, um erfolgreich zu arbeiten. Dabei werden sowohl die theoretischen Grundlagen der Bauelemente, als auch der Schritt vom Bauelement über die Schaltung zum System beherrscht.

Inhalt: Diese Vorlesung führt ein in die wesentlichen Grundlagen für die Materie der integrierten Schaltungen und Systeme. Nach einer einführenden Behandlung der Grundlagen und Anwendungen der Mikroelektronik schreitet die Vorlesung über die Behandlung einer Reihe von Einzelheiten integrierter Halbleiterbauelemente zu den integrierten digitalen CMOS-Grundsaltungen voran. Zuletzt wendet sich die Vorlesung komplexeren Aufgabenstellungen beim Entwurf von integrierten Systemkomponenten und Systemen zu.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Contents of the lectures

- Electronic Devices
- Digital technology
- Electronic circuits

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: schriftlich, 120 Minuten

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestandene Modulklausur

2.15 141187: Integrierte Hochfrequenzschaltungen für die Mess- und Kommunikationstechnik

Nummer:	141187
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Nils Pohl
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Nils Pohl
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Gruppengröße:	typischerweise 15 Teilnehmer
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: Die Studierenden beherrschen die theoretischen Grundlagen zum Entwurf integrierter Hochfrequenzschaltungen bis hinauf in den Millimeterwellenbereich sowie deren technologische Grenzen.

Inhalt: Durch die technischen Fortschritte der Halbleitertechnologien ermöglichen integrierte Schaltungen das Erschließen immer höherer Betriebsfrequenzen bis hinauf in den Millimeterwellenbereich ($\leq 30\text{GHz}$), die bis vor kurzem noch der klassischen Hochfrequenztechnik vorbehalten waren. Als treibende Anwendungen dieses Forschungsgebiets, welches die Hochfrequenztechnik mit der Mikroelektronik kombiniert, zeigen sich vor allem die Mess- und Kommunikationstechnik (z.B. automobiler Radarsysteme und Wireless-GBit). Die Vorlesung richtet sich insbesondere an Studierende der Studienschwerpunkte „Elektronik“ (EL) und „Hochfrequente Systeme und Sensoren“ (HSS)

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Grundkenntnisse der Hochfrequenz- und Schaltungstechnik

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 15 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 60 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 60 Stunden, erforderlich. Etwa 30 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestandene Modulprüfung

2.16 141069: Kognitive Sensorik

Nummer:	141069
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch
Dozent:	Dr.-Ing. Stefan Brüggewirth
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Gruppengröße:	maximal 40
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: Grundlagen kognitiver Sensordatenverarbeitung und Sensormanagement

Inhalt: Der Kurs vermittelt Kenntnisse zum Bereich der Signalverarbeitung für kognitive und robotische Systeme. Besonderer Wert wird auf maschinelle Lernverfahren, insbesondere Deep Learning mit Convolutional Neural Nets (CNNs) gelegt, ein Ansatz der insbesondere im Kontext des autonomen Fahrens oder der Sensordatenverarbeitung in der Automatisierungstechnik / Industrie 4.0 erfolgreich ist. Hierbei wird Wert auf eine solide mathematische Herleitung der Theorie und die Anknüpfungspunkte zu anderen Vorlesungen gelegt. Die Studierenden implementieren in MATLAB ein einfaches neuronales Netz zur Radarsignal-Klassifizierung und trainieren dies mit dem Backpropagation Algorithmus. Ferner werden auch industrierelevante Tools vorgestellt. Ein zweiter Schwerpunkt besteht in der Umfelderkennung in multisensoriellen Anwendungen. Hierbei werden zunächst die Grundlagen zu Kalman- und Partikelfilter wiederholt. Als Anwendungsbeispiele werden Verfahren zur simultanen Lokalisierung und Kartenerstellung (SLAM), Datenfusion von Sensor- und GNSS-Signalen und Tracking mit Automotive-Radaren vorgestellt. Abschliessend werden Algorithmen zur Ressourcenoptimierung und zum Management von Verteilten bzw. Multisensorsystemen vorgestellt. Die Anwendungsbeispiele im Kurs im Wesentlichen auf Radarsensorik sowie optischen und LIDAR-Systemen.

Voraussetzungen: Keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Inhalte der Vorlesungen Systemtheorie 1-3

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 15 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 60 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 5 Stunden pro Woche, in Summe 75 Stunden, erforderlich. Etwa 20 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestandene Prüfung

2.17 142063: Master-Praktikum Analoge Schaltungstechnik

Nummer:	142063
Lehrform:	Praktikum
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch
Dozenten:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch M. Sc. Lukas Polzin
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Gruppengröße:	maximal 30
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: Die Studierenden können die in der Vorlesung „Analoge Schaltungstechnik“ vermittelten Grundlagen und Zusammenhänge, am Beispiel eines UKW-Empfängers, selbstständig anwenden und erweitern. Die Analyse und Synthese von analogen Schaltungen in Kleingruppen und die Präsentation der Ergebnisse in Kurzvorträgen wird beherrscht. Die praktischen Fähigkeiten im Umgang mit elektronischen Bauteilen und Messgeräten sind geschult. Am Ende des Praktikums besitzt jeder Teilnehmer einen selbstbestückten UKW- Empfänger, dessen Aufbau und Funktionsweise aus eigener Erfahrung bekannt ist.

Inhalt:

- Theoretische Grundlagen des UKW-Rundfunks
- Aufbau und Funktionsweise eines UKW- Superhet Empfängers
- Analyse und Synthese analoger Schaltungen
- Löten von SMD- Bauteilen
- Umgang mit elektronischen Messgeräten

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Inhalt der Vorlesung Analoge Schaltungstechnik; Grundkenntnisse in MATLAB, PSPICE

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 8 Wochen zu je 3 SWS entsprechen 24 Stunden Anwesenheit. Für die Vorbereitung und Ausarbeitung werden jeweils 8 Stunden, insgesamt 64 Stunden veranschlagt. Es verbleiben 2 Stunden für die sonstige Organisation der Praktikumsdurchführung.

Prüfungsform: Praktikum, studienbegleitend

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: 1) Schriftliche Vorbereitung der Versuchstermine 2) Schriftliche Dokumentation von Simulations- und Messergebnissen 3) Funktionstüchtiger Aufbau einer elektronischen Schaltung (UKW-Verstärker)

2.18 142181: Master-Praktikum Entwurf integrierter Digitalschaltungen mit VHDL

Nummer:	142181
Lehrform:	Praktikum
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Michael Hübner
Dozent:	M. Sc. Keyvan Shahin
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Angeboten im:	

Ziele: Die Studierenden sind zum Entwurf integrierter Digitalschaltungen unter Verwendung der Hardware-Beschreibungssprache VHDL befähigt. Sie können mit modernen Entwurfswerkzeugen der Mikroelektronik umgehen.

Inhalt: Der Entwurf von VLSI-Schaltungen ist aufgrund der großen Anzahl von Bauelementen nur zu beherrschen, wenn man Hardware-Beschreibungssprachen wie VHDL für den Entwurf einsetzt. Eine ganze Reihe von Eigenschaften macht VHDL für den Mikroelektronik-Entwurf so interessant. Dazu zählen: VHDL ist nicht technologiespezifisch, es ist das geeignete Medium zum Austausch zwischen Entwerfern untereinander und mit dem Chiphersteller, VHDL unterstützt Hierarchie und Top-down- und Bottom-up-Entwurfsmethoden, es unterstützt ferner Verhaltens-, Struktur- und Datenfluss-Beschreibung, es ist ein IEEE-Standard, Testmuster können mit derselben Sprache generiert werden u.a.m.

Das Praktikum findet basierend auf aktuellen FPGA-Architekturen und mit aktueller Synthesesoftware statt. Nach einem einführenden Tutorial in die Entwicklungsumgebung "Vivado" von Xilinx, werden Schaltwerke und Schaltnetze für unterschiedlichste Aufgaben erstellt, simuliert und auf echter Hardware getestet.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Wünschenswert sind Kenntnisse des Faches "Integrierte Digitalschaltungen"

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 12 Termine zu je 3 SWS entsprechen 36 Stunden Anwesenheit. Für die Vorbereitung werden 24 Stunden (2 Stunden je Praktikums-termin), für die Ausarbeitung der Dokumentation 24 Stunden (2 Stunden je Termin) und für die Zwischen- und Abschlussbesprechung inkl. Vorbereitung der Präsentationen 6 Stunden (jeweils 3 Stunden) veranschlagt.

Prüfungsform: Praktikum, studienbegleitend

Literatur:

- [1] Reichardt, Jürgen, Schwarz, Bernd "VHDL-Synthese: Entwurf digitaler Schaltungen und Systeme", Oldenbourg, 2009

2.19 142301: Master-Praktikum Fortgeschrittener Layout Entwurf integrierter Schaltungen

Nummer:	142301
Lehrform:	Praktikum
Medienform:	rechnerbasierte Präsentation
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Oehm
Dozenten:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Oehm M. Sc. Dominik Veit
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Angeboten im:	Wintersemester und Sommersemester

Ziele: Die Grundlagen des Layout-Entwurfs integrierter Schaltungen werden weiter vertieft. Dazu wird das Verständnis des 'Design-Flows', sowie das selbstständige Erstellen von komplexeren Layout-Entwürfen für eine aktuelle CMOS Technologie mit Hilfe einer professionellen IC Design Software vermittelt.

Inhalt: Wegen 'Corona' findet die Veranstaltung voraussichtlich als Blockveranstaltung zum Ende des SoSe2020 statt! Bitte melden Sie sich per Mail frühzeitig zur Teilnahme an der Lehrveranstaltung an.

Im Rahmen des Praktikums wird eine komplexere Schaltung aus der Vorlesung 'Integrationsgerechte BiCMOS-Schaltungen' ausgestaltet und layoutet. Dabei wird der vollständige 'Design-Flow' zum Erstellen eines Chip-Layouts durchlaufen. Dieser beinhaltet Methoden zur Validierung des Layoutentwurfs wie 'DRC', 'Antenna Check', 'LVS', Extraktion parasitärer Elemente und Rücksimulation der Schaltung.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Elementare Kenntnisse der Elektrotechnik und der Mathematik
- **Inhalte der Vorlesungen**
 - Entwurf analoger BiCMOS Schaltungen (EaBS),
 - Elektronik 1 - Bauelemente,
 - Elektronik 2 - Schaltungen.

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3,25 SWS entsprechen 45,5 Stunden Anwesenheit. Für die Vorbereitung und Ausarbeitung werden jeweils 3 Stunden pro Woche, insgesamt 42 Stunden veranschlagt. Es verbleiben 2,5 Stunden für die sonstige Organisation der Praktikumsdurchführung.

Prüfungsform: Praktikum, studienbegleitend

Literatur:

- [1] Baker, R. Jacob "CMOS – CIRCUIT DESIGN, LAYOUT, AND SIMULATION", I.E.E.E.Press, 2005
- [2] Saint, Christopher, Saint, Judy "IC Layout Basics – A PRACTIAL GUIDE", McGraw-Hill Professional, 2004
- [3] Saint, Christopher, Saint, Judy "IC Mask Design – ESSENTIAL LAYOUT TECHNIQUES", McGraw-Hill Professional, 2002

2.20 142300: Master-Praktikum Grundlagen des Layout-Entwurfs integrierter Schaltungen

Nummer:	142300
Lehrform:	Praktikum
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Oehm
Dozenten:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Oehm M. Sc. Dominik Veit
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Angeboten im:	Wintersemester und Sommersemester

Ziele: Die Grundlagen des Layout-Entwurfs integrierter Schaltungen werden erlernt und praktisch angewendet. Dazu wird das Verständnis des 'Design-Flows', sowie das selbstständige Erstellen von einfacheren Layout-Entwürfen für eine aktuelle CMOS Technologie mit Hilfe einer professionellen IC Design Software vermittelt.

Inhalt: Wegen 'Corona' findet die Veranstaltung voraussichtlich als Blockveranstaltung zum Ende des SoSe2020 statt! Bitte melden Sie sich per Mail frühzeitig zur Teilnahme an der Lehrveranstaltung an.

Zunächst werden die Grundlagen des Standard-CMOS Prozesses erläutert, aus denen sich Layer-Definitionen und Design-Regeln ableiten, die den Layout-Entwurf bestimmen. Darauf aufbauend werden Grundsaltungen erstellt und simuliert. An Hand dieser Grundsaltungen wird der vollständige 'Design-Flow' zum Erstellen eines Chip-Layouts eingeübt. Dieser beinhaltet Methoden zur Validierung des Layoutentwurfs wie 'DRC', 'Antenna Check', 'LVS', Extraktion parasitärer Elemente und Rücksimulation der Schaltung.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Elementare Kenntnisse der Elektrotechnik und der Mathematik
- **Inhalte der Vorlesungen**
 - Entwurf analoger BiCMOS Schaltungen (EaBS),
 - Elektronik 1 - Bauelemente,
 - Elektronik 2 - Schaltungen.

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3,25 SWS entsprechen 45,5 Stunden Anwesenheit. Für die Vorbereitung und Ausarbeitung werden jeweils 3 Stunden pro Woche, insgesamt 42 Stunden veranschlagt. Es verbleiben 2,5 Stunden für die sonstige Organisation der Praktikumsdurchführung.

Prüfungsform: Praktikum, studienbegleitend

Literatur:

- [1] Baker, R. Jacob "CMOS – CIRCUIT DESIGN, LAYOUT, AND SIMULATION", I.E.E.E.Press, 2005
- [2] Saint, Christopher, Saint, Judy "IC Layout Basics – A PRACTIAL GUIDE", McGraw-Hill Professional, 2004
- [3] Saint, Christopher, Saint, Judy "IC Mask Design – ESSENTIAL LAYOUT TECHNIQUES", McGraw-Hill Professional, 2002

2.21 142121: Master-Praktikum Hochfrequente Systeme

Nummer:	142121
Lehrform:	Praktikum
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes
Dozenten:	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes Dr.-Ing. Jan Barowski Dr.-Ing. Christoph Dahl M. Sc. Dennis Pohle M. Sc. Francesca Schenkel M. Sc. Jonas Schorlemer Dr.-Ing. Christian Schulz M. Sc. Jonas Wagner
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Angeboten im:	Sommersemester

Ziele: Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse zur messtechnischen Charakterisierung von Sende- und Empfangsschaltungen sowie verschiedener Antennensysteme erworben. Sie haben hierbei die Verwendung modernster Hochfrequenzmessgeräte sowie den Einsatz von dreidimensionaler Feldsimulationssoftware erlernt.

Inhalt: Sowohl Empfangs- als auch Sendeeinheit eines Kommunikationssystems bestehen aus unterschiedlichen Komponenten wie z.B. rauscharmen Empfangsvorverstärkern, Mischern, Leistungsverstärkern und Filtern. Zur Sicherstellung eines störungsfreien und ausfallsicheren Betriebs des Gesamtsystems werden abhängig von der Zielapplikation unterschiedliche Anforderungen an jede dieser Komponenten gestellt. Im ersten Teil des Hochfrequenzpraktikums werden die Eigenschaften der Einzelkomponenten einer Empfangs- sowie einer Sendeeinheit eines ‚Testbeds‘ untersucht. Hierzu werden die Studierenden in die praktische Nutzung der Spektral- sowie Netzwerkanalyse eingeführt. Der Schwerpunkt des zweiten Teils des Hochfrequenzpraktikums liegt in der Untersuchung von Antenneneigenschaften. Zur drahtlosen Übertragung elektromagnetischer Wellen sind sende- wie empfangsseitig Antennensysteme notwendig, die das in einer Sendeeinheit generierte Signal abstrahlen, bzw. empfangsseitig in eine Spannung am Antennenfußpunkt zurückwandeln. Für die Entwicklung solcher Antennensysteme werden Feldsimulationsprogramme verwendet, die eine Berechnung der Antenneneigenschaften wie Antennengewinn, Richtwirkung und Anpassung im Antennenfußpunkt auf Basis dreidimensionaler Modelle ermöglichen. Die Studierenden führen selbstständig eine Feldsimulation eines Antennensystems durch. Darüber hinaus werden die Eigenschaften unterschiedlicher Antennensysteme messtechnisch charakterisiert.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Vorlesung: Grundlagen der Hochfrequenztechnik

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Vor- und Nachbereitung der Versuche sind etwa 3 Stunden pro Woche, in Summe 42 Stunden, erforderlich. Etwa 6 Stunden sind für die Präsentation vorgesehen.

Prüfungsform: Praktikum, studienbegleitend

2.22 142062: Master-Praktikum Mess- und Regelschaltungen mit Mikrocontrollern

Nummer:	142062
Lehrform:	Praktikum
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch
Dozenten:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch M. Sc. Robin Kaesbach
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Gruppengröße:	maximal 20
Angeboten im:	Sommersemester

Ziele: Die Studenten haben Einblick in Mess- und Regelschaltungen, die durch den stetig wachsenden Einsatz von Mikrocontrollern geprägt sind. Am Beispiel eines autonomen, mobilen Roboters können die zuvor theoretisch diskutierten Aspekte praxisnah umgesetzt werden.

Inhalt:

- Theoretische Grundlagen von Mikrocontrollern
- Hardwarenahe Programmierung in C und Assembler
- Entwurf einer Steuersoftware eines autonomen mobilen Roboters
- Auswertung der Sensorik
- Ansteuerung der Antriebsmotoren
- Autonomer Betrieb im Test-Parcours

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Kenntnisse der Digitaltechnik
- C-Programmierung

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 8 Wochen zu je 3 SWS entsprechen 24 Stunden Anwesenheit. Für die Vorbereitung und Ausarbeitung werden jeweils 8 Stunden, insgesamt 64 Stunden veranschlagt. Es verbleiben 2 Stunden für die sonstige Organisation der Praktikumsdurchführung.

Prüfungsform: Praktikum, studienbegleitend

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: 1) Teilnahme an 11 von 12 Versuchsterminen 2) Präsentation des funktionsfähigen Mikrocontroller-Codes

2.23 142380: Master-Praktikum Nanoelektronik

Nummer:	142380
Lehrform:	Praktikum
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Martin Hoffmann
Dozent:	Dr.-Ing. Claudia Bock
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Gruppengröße:	Maximal 3 Gruppen zu je 3 Personen.
Angeboten im:	Wintersemester und Sommersemester

Ziele: Die Studierenden erwerben Verständnis der Lock-In Technik und quantenmechanischer und elektrostatischer Effekte in niedrigdimensionalen Ladungsträgersystemen. Sie erlernen die höchstauflösende Messtechnik zur Charakterisierung nanoskaliger Bauelemente auch bei tiefen Temperaturen praktisch zu nutzen. Dabei werden Störgrößen erkannt und eliminiert.

Inhalt: Im Praktikum wird anhand von drei Versuchen eine Einführung in die elektrische Charakterisierung von niedrigdimensionalen Ladungsträgersystemen bei tiefer Temperatur gegeben. Die Charakterisierung nichtlinearer Zweipole erfolgt mittels Lock-In Technik (Versuch 1). Durch dynamische Kapazitätsspektroskopie wird in einem Ensemble 0-dimensionaler InAs-Quantenpunkte sowohl die Quantisierungs-, als auch die Coulombblockade-Energie bestimmt (Versuch 2). In 1-dimensionalen elektronischen Wellenleiterstrukturen zeigt sich durch Quantisierung ein stufenförmiger Verlauf des differentiellen Leitwerts (Versuch 3).

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Vorlesung Niedrigdimensionale Halbleitersysteme

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Vor- und Nachbereitung der Versuche sind etwa 3 Stunden pro Woche, in Summe 42 Stunden, erforderlich. Etwa 6 Stunden sind für die Präsentation vorgesehen.

Prüfungsform: Praktikum, studienbegleitend

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Ausreichende Vorbereitung, erfolgreiche und sachkundige Durchführung der Versuche und deren vollständige und ausreichende schriftliche Ausarbeitung.

2.24 142180: Master-Praktikum Schaltungsdesign integrierter Hochfrequenzschaltungen mit Cadence

Nummer:	142180
Lehrform:	Praktikum
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Nils Pohl
Dozenten:	Prof. Dr.-Ing. Nils Pohl M. Sc. Jan Schöpfel M. Sc. David Starke
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Gruppengröße:	maximal 12 Teilnehmer
Angeboten im:	Wintersemester und Sommersemester

Ziele: Die Studierenden haben den Entwurf integrierter BiCMOS-Schaltungen für Anwendungen in der Hochfrequenztechnik geübt. Die bis dahin im Studium erworbenen Kenntnisse der Schaltungstechnik und Hochfrequenztechnik können anhand konkreter, praxisnaher Projekte angewendet werden. Dabei haben die Studierenden den Umgang mit modernen Entwurfswerkzeugen für den rechnergestützten Schaltungsentwurf und projektorientiertes Arbeiten in mehreren Teams geübt und eine überzeugende Präsentation der erzielten Ergebnisse in einer Abschlußbesprechung erlernt.

Inhalt: Dieses Fortgeschrittenen-Praktikum beginnt zunächst mit einer kurzen Einführung in die BiCMOS-Schaltungstechnik, in das Betriebssystem LINUX und in die für dieses Praktikum wichtigen Entwurfswerkzeuge Spectre und CADENCE. Danach beginnt ein über das ganze Semester laufendes Entwurfsprojekt aus der Hochfrequenztechnik, z.B. der Entwurf eines FMCW-Radar-Systems, jeweils auf Transistorebene. Die Entwurfsaufgabe wird auf die teilnehmenden Gruppen aufgeteilt, wobei eine Gruppe aus 2 oder 3 Studierenden besteht. Am Ende des Semesters werden die Teilprojekte wieder zusammengeführt und einem abschließenden Gesamttest unterzogen.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Gute Kenntnisse der Schaltungstechnik.
- Besuch der Veranstaltung “Integrierte Hochfrequenzschaltungen für die Mess- und Kommunikationstechnik” hilfreich.

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 12 Termine zu je 3 SWS entsprechen 36 Stunden Anwesenheit. Für die Vorbereitung werden 24 Stunden (2 Stunden je Praktikums-termin), für die Ausarbeitung der Dokumentation 24 Stunden (2 Stunden je Termin) und für die Zwischen- und Abschlussbesprechung inkl. Vorbereitung der Präsentationen 6 Stunden (jeweils 3 Stunden) veranschlagt.

Prüfungsform: Praktikum, studienbegleitend

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Anwesenheit bei allen Terminen sowie erfolgreiches Abschlussreferat

2.25 142379: Master-Projekt Humanitäre Technologie

Nummer:	142379
Lehrform:	Projekt
Medienform:	Moodle
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch
Dozent:	Dr.-Ing. Christoph Baer
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Gruppengröße:	maximal 15
Angeboten im:	Wintersemester und Sommersemester

Ziele: In Zusammenarbeit mit NGOs und non-Profit Organisationen werden regelmäßig Projekte zur Erarbeitung von technischen Lösungen für humanitäre Anwendungen angeboten. Diese Projekte können sowohl Hardware als auch Softwarekomponenten besitzen. Sie sollen in Zusammenarbeit mit den genannten Partnern zum Abschluss in eine reales Szenario überführt werden. Die Veranstaltung richtet sich an alle Fachrichtungen.

Inhalt: Ausgewählte Projekte mit wechselndem Inhalt zum Thema “Humanitäre Technologie”. Die Projekte können je nach Inhalt Software und/oder Hardware behandeln und sollen nach Abschluss in eine reale Anwendung überführt werden.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: keine

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS ergeben 42 Stunden Anwesenheit. Es verbleiben 48 Stunden zur Vor- und Nachbereitung.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgreiche Abschlusspräsentation

2.26 143142: Master-Seminar Eingebettete Systeme

Nummer:	143142
Lehrform:	Seminar
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Michael Hübner
Dozenten:	Prof. Dr.-Ing. Michael Hübner M. Sc. Florian Kästner Dr.-Ing. Fynn Schwiegelshohn
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Angeboten im:	

Ziele: Im Seminar werden nicht nur fachliche Kenntnisse vermittelt, sondern auch die Grundsätze und Regeln der Präsentation von Vorträgen im Allgemeinen besprochen und eingeübt. Jeder Teilnehmer hat nach Abschluss des Seminars gelernt, einen Vortrag so zu entwerfen und zu halten, dass er als wohlgegliedert, verständlich und interessant empfunden wird. Ferner können sie über fachliche Themen angemessen diskutieren.

Inhalt: Im Rahmen der Forschungstätigkeit des Lehrstuhls für eingebettete Systeme der Informationstechnik (ESIT) werden in diesem Seminar Aspekte der eingebetteten Systeme von den Teilnehmern bearbeitet und vorgestellt. Der Themenbereich umfasst die verwendeten Werkzeuge, Technologien und Methoden (moderne eingebettete Prozessorarchitekturen, rekonfigurierbare Hardware etc.) und es wird auf Fragestellungen hinsichtlich deren Anwendung in unterschiedlichen Bereichen eingegangen. Die Themen werden am Vorbesprechungstermin vorgestellt und an die Teilnehmer vergeben. Jeder Studierende erstellt einen ca. 20-seitigen Bericht. Zu allen Vorträgen gehört eine eingehende Diskussion, an der sich alle Teilnehmer beteiligen.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse mit eingebetteten Prozessoren und Microcontrollern. Kenntnisse im Bereich FPGA wünschenswert.

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: Die Seminarvorträge finden als Blockveranstaltung statt. Es besteht Anwesenheitspflicht. Dafür sind durchschnittlich (je nach Teilnehmerzahl) 10 Stunden anzusetzen. Die Erarbeitung des Seminarthemas findet eigenverantwortlich mit Unterstützung der betreuenden Mitarbeiter statt. Eine schriftliche Ausarbeitung von ca. 10 Seiten ist zu erstellen. Die Themen sind so gewählt, dass hierfür eine Arbeitszeit von 80 Stunden anzusetzen ist.

Prüfungsform: Seminarbeitrag, studienbegleitend

2.27 143289: Master-Seminar Elektroniksysteme

Nummer:	143289
Lehrform:	Seminar
Medienform:	rechnerbasierte Präsentation
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Martin Hoffmann
Dozenten:	Dr.-Ing. Ulrich Wieser Dr.-Ing. Claudia Bock
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Gruppengröße:	ca. 2-10
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: Die Studierenden erlernen das Recherchieren und Aufarbeiten wissenschaftlicher Informationen sowie moderner Präsentationstechniken. Zusätzlich werden Kenntnisse in einem aktuellen Forschungsgebiet der Mikrosystemtechnik erarbeitet.

Inhalt: Im Seminar wird eine aktuelle Thematik aus dem Bereich Elektroniksysteme und ihre Anwendungen als Blockveranstaltung bearbeitet. Beispiele sind Sensor- und Aktorsysteme oder die Integration von Nanostrukturen in Mikrosystemen.

Voraussetzungen: Keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Vorlesung Mikrosystemtechnik

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: Die Seminarvorträge finden als Blockveranstaltung statt. Es besteht Anwesenheitspflicht. Dafür sind durchschnittlich (je nach Teilnehmerzahl) 10 Stunden anzusetzen. Die Erarbeitung des Seminarthemas findet eigenverantwortlich mit Unterstützung der betreuenden Mitarbeiter statt. Eine schriftliche Ausarbeitung von ca. 10 Seiten ist zu erstellen. Die Themen sind so gewählt, dass hierfür eine Arbeitszeit von 80 Stunden anzusetzen ist. Eine Klausurvorbereitung entfällt, da der Vortrag und die Ausarbeitung benotet werden.

Prüfungsform: Seminarbeitrag, studienbegleitend

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Teilnahme an 7 Kolloquiums-/Seminarterminen und eigener Vortrag mit anschließender Diskussion

2.28 143122: Master-Seminar Hochfrequente Sensoren und Messsysteme

Nummer:	143122
Lehrform:	Seminar
Medienform:	rechnerbasierte Präsentation
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Angeboten im:	Sommersemester

Ziele: Die Studierenden haben die Fähigkeit zur eigenständigen Erarbeitung und Aufbereitung wissenschaftlicher Inhalte sowie deren Präsentation. Darüber hinaus haben sie Kompetenzen im Umgang mit Online-Enzyklopädien erworben und eigene Artikel erstellt.

Inhalt: Im Rahmen dieses Seminars werden hochfrequente Sensoren und Messsysteme im Hinblick auf Aufbau, Funktionsweise und Anwendungsgebiete betrachtet. Die Studierenden bearbeiten hierbei selbstständig Fragestellungen zu ausgewählten Themen, wie zum Beispiel:

- Antennentechnik
- Bildgebende Radarverfahren
- Kanalmodellierung
- Materialcharakterisierung
- Plasma-Diagnostik
- Präzisionsradarsysteme

Die einzelnen Themen werden im Rahmen von Seminarvorträgen präsentiert.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Grundkenntnisse im Bereich der Hochfrequenztechnik und im Umgang mit Präsentationsmedien.

Besuch einer der Vorlesungen

- Systeme der Hochfrequenztechnik
- Hochfrequenzmesstechnik
- Einführung in die Radartechnik
- Integrierte Hochfrequenzschaltungen für die Mess- und Kommunikationstechnik
- Bauelemente und Schaltungen der Hochfrequenztechnik
- Analoge Schaltungstechnik

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Die Arbeitsbelastung berechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. 48 Stunden werden für die Vorbereitung des eigenen Seminarvortrages angesetzt.

Prüfungsform: Seminarbeitrag, studienbegleitend

2.29 143121: Master-Seminar Mobilkommunikation

Nummer:	143121
Lehrform:	Seminar
Medienform:	Handouts rechnerbasierte Präsentation
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Michael Vogt
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Michael Vogt
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Gruppengröße:	maximal 15
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: Die Studierenden haben die Fähigkeit zur eigenständigen Erarbeitung und Aufbereitung wissenschaftlicher Inhalte sowie deren Präsentation.

Inhalt: Im Rahmen des Seminars erarbeiten sich die Studierenden eine wissenschaftliche Problemstellung aus dem Bereich der Mobilfunkkommunikation. Die Ergebnisse dieser Arbeiten werden von den Studierenden vorgetragen, diskutiert und in einer abschließenden Ausarbeitung zusammengefasst.

Exemplarische Themen von Seminarbeiträgen:

- Mobilfunksysteme GSM; UMTS, DECT, WLAN
- Code Division Multiple Access (CDMA)
- Kanalverzerrung
- Adaptive Antennensysteme
- Ultra Wide Band Technik
- Mobile Datenkommunikation
- Digital Video Broadcasting (DVB)
- Digital Audio Broadcasting (DAB)

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Vorlesung "Systeme und Schaltungen der Mobilkommunikation"

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Die Arbeitsbelastung berechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. 48 Stunden werden für die Vorbereitung des eigenen Seminarvortrages angesetzt.

Prüfungsform: Seminarbeitrag, studienbegleitend

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: 1) Teilnahme an allen Präsentationen der Seminarteilnehmer 2) Erfolgreiche Präsentation eines selbstständig erarbeiteten Themas

2.30 143264: Master-Seminar Photonics

Nummer:	143264
Lehrform:	Seminar
Verantwortlicher:	Prof. Dr. Martin R. Hofmann
Dozent:	Prof. Dr. Martin R. Hofmann
Sprache:	Englisch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele:

- The students have learned how to investigate and deal with scientific information while acquiring presentation techniques.
- They have gained knowledge of current research activities of photonic systems and techniques.

Inhalt: Exemplary topics are:

- Laser systems
- Optical communication
- Photonic systems
- etc.

Voraussetzungen: none

Empfohlene Vorkenntnisse: Fundamental knowledge of optics.

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

The workload is accumulated as follows: 14 weeks with 3 HWS each correspond to a total of 42 hours of physical presence. 48 hours are required in preparation for the own oral presentation.

Prüfungsform: Seminarbeitrag, studienbegleitend

2.31 143265: Master-Seminar Terahertz Technology

Nummer:	143265
Lehrform:	Seminar
Verantwortlicher:	Prof. Dr. Martin R. Hofmann
Dozent:	Prof. Dr. Martin R. Hofmann
Sprache:	Englisch
SWS:	3
Leistungspunkte:	3
Angeboten im:	Sommersemester

Ziele:

- The students have learned how to investigate and deal with scientific information while acquiring presentation techniques.
- They have gained knowledge of current research activities of THz technology.

Inhalt: Exemplary topics are:

- THz sources
- THz systems
- THz spectroscopy
- etc.

Voraussetzungen: none

Arbeitsaufwand: 90 Stunden

The workload is accumulated as follows: 14 weeks with 3 HWS each correspond to a total of 42 hours of physical presence. 48 hours are required in preparation for the own oral presentation.

Prüfungsform: Seminarbeitrag, studienbegleitend

2.32 140003: Master-Startup ETIT

Nummer:	140003
Lehrform:	Beliebig
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch
Dozenten:	Dr.-Ing. Christoph Baer M. Sc. Birk Hattenhorst
Sprache:	Deutsch
SWS:	2
Leistungspunkte:	1
Gruppengröße:	maximal 70
Angeboten im:	Wintersemester und Sommersemester

Ziele: Die Studierenden haben eine Erleichterung des Einstiegs in das Studium; die Studierenden sind untereinander vernetzt und haben Einsicht in Berufsbilder, Karrieremöglichkeiten etc.

Inhalt: Programm WiSe 21/22

20.10.21 Einführung

27.10.21 RUB Wie geht das?

03.11.21 Vorstellung VDE/ Electronic Workshop

10.11.21 Vorstellung IEEE SIGHT

17.11.21 Vorstellung Fachschaftsrat ETIT / RUB Motorsport

24.11.21 Lehrstuhlführung

01.12.21 Auslandsinfoveranstaltung (16 uhr)

08.12.21 Bergbaumuseum (unter Vorbehalt)

15.12.21 Weihnachtsmarkt Bochum

12.01.22 Planetarium Bochum (unter Vorbehalt)

19.01.22 Dos and don'ts in mündlichen Prüfungen

Moodle Kurs: "Master Start UP ETIT" <https://moodle.ruhr-uni-bochum.de/m/course/view.php?id=1495>

Passwort: RUBETIT

Arbeitsaufwand: 30 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich aus der Präsenzzeit bei den einzelnen Veranstaltungsterminen.

Prüfungsform: None, studienbegleitend

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Teilnahme an 10 von 12 Terminen

2.33 144101: Masterarbeit ETIT

Nummer:	144101
Lehrform:	Masterarbeit
Verantwortlicher:	Studiendekan ETIT
Dozent:	Hochschullehrer der Fakultät ET/IT
Sprache:	Deutsch
Angeboten im:	Wintersemester und Sommersemester

Ziele: Die Teilnehmer sind mit Arbeitsmethoden der wissenschaftlichen Forschung und der Projektorganisation vertraut. Ihre fortgeschrittenen Kenntnisse und Arbeitsergebnisse können sie verständlich präsentieren.

Inhalt: Weitgehend eigenständige Lösung einer wissenschaftlichen Aufgabe unter Anleitung. Präsentation der eigenen Ergebnisse der Masterarbeit.

Voraussetzungen: siehe Prüfungsordnung

Empfohlene Vorkenntnisse: Vorkenntnisse entsprechend dem gewählten Thema erforderlich

Prüfungsform: Abschlussarbeit, studienbegleitend

2.34 141068: Messverfahren und Sensoren

Nummer:	141068
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	rechnerbasierte Präsentation
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch
Dozent:	Dr.-Ing. Christoph Baer
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Gruppengröße:	maximal 40
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: Im Rahmen der Vorlesung werden verschiedene berührungsbehaftete und berührungslose Sensoren und Messverfahren erarbeitet, die es erlauben physikalische Grundgrößen zu erfassen und diese zu interpretieren. Darüber hinaus werden Verfahren zur Fehlerabschätzung vorgestellt. Im Rahmen der Übung werden die behandelten Sensoren in der Praxis getestet.

Inhalt: Grundlagen der Messtechnik:

Begriffe, Größen und Einheiten, Messfehler, Messunsicherheit, Methoden zur Schätzung der Messunsicherheit, Darstellung von Messwerten, Messketten, Modelle und Messwertanzeige

Mechanische Messverfahren:

Lehrdorn, Rachenlehre, Messschieber, Bügelmessschraube, Abbe'sches Gesetz,

Invasive, Elektrotechnische Sensoren:

Resistive Temperaturfühler, Vierleiter Messung, Instrumentenverstärker, Aufbau von Drucksensoren und Dehnungsmessstreifen, Brückenschaltungen, Temperaturkompensation von Drucksensoren, Aufbau und Funktionsweise von Luftfeuchtsensoren, Betriebsschaltungen für kapazitive Feuchtesensoren, Grundlagen von Beschleunigungssensoren

Nichtinvasive, elektrotechnische Sensoren:

Pyrometer, Optische Druck- Dichtemessung, Radarbasierte Druckmessung, Dopplereffekt, Radarbasierte Geschwindigkeitsmessung, Bodenradarverfahren, Radarbildgebung

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Elektrotechnik, Experimentalphysik, Elektronik 1 - Schaltungen, Messtechnik

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestandene Prüfung

2.35 141383: Mikro-Elektromechanische Systeme (MEMS)

Nummer:	141383
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Martin Hoffmann
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Martin Hoffmann
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Angeboten im:	

Ziele: Die Studierenden kennen die Grundprinzipien von domänenübergreifenden Mikrosystemen. Sie können einfache Wandler als Netzwerkmodelle darstellen und simulieren. Ferner können Sie die unterschiedlichen Ansätze von Oberflächen- und Volumenmikromechanik sowie hybriden und monolithischen MEMS darstellen und ihre Vor- und Nachteile benennen. Sie können Ansätze des Systems Engineering auf Mikrosysteme anwenden und kennen grundlegende Herangehensweisen.

Inhalt: Inhalt der Vorlesung ist die Vermittlung des domänenübergreifenden Systemgedankens von Mikrosystemen, die die Sinnesorgane und teilweise auch die Muskeln eines komplexen technischen Systems sind. Sie sind heute aus praktisch keinem technischen System mehr wegzudenken. Jedes Smartphone besitzt „MEMS“, so neben dem Mikrofon zumeist einen „10-achsigen“ Inertial-Sensor, der Beschleunigung, Drehrate und Magnetfeld in den drei Raumrichtung und zusätzlich den Luftdruck (Höhe) überwacht. Nur so sind Navigation und Bedienung durch Bewegung überhaupt möglich. Ausgehend vom Beispiel des erste mikro-elektromechanischen Systems, dem Resonant-Gate Transistor, wird die Domänenkopplung eingeführt und mit Hilfe von Netzwerkanalogien beschrieben. Erweitert wird die Domänenkopplung durch verschiedene Wandlerkonzepte. Kurz beleuchtet werden auch Strategien zur Bewertung von skalierenden Systemen durch Kennzahlen. Im zweiten Abschnitt geht es um die technologische Realisierung komplexer Mikrosysteme. Hier stehen die Oberflächen- und Volumen-Mikromechanik im Vordergrund. Bei der Aufbautechnik wird zwischen monolithischen und hybriden Konzepten unterschieden, die ganz unterschiedliche technologische Ansätze bei der Herstellung erfordern. Der dritte Teil der Vorlesung befasst sich mit Ansätzen des Systems Engineering und des Vernetzten Denkens, das hier auf Mikrosysteme und deren Designprozesse angewandt wird. Komplexe Systeme erfordern eine gute Vorbereitung des Systementwurfs, da viele Fehler, die zu Beginn gemacht werden, nur noch schwer auszuräumen sind. Dies gilt für wirklich große Projekte (wie Flughäfen), aber auch für komplexe Mikrosysteme.

Voraussetzungen: Keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Interesse an systemtechnischen Aspekten und domänenübergreifenden Ansätzen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

2.36 141386: Mikroaktorik und Mikrosensorik

Nummer:	141386
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Martin Hoffmann
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Martin Hoffmann
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	4
Gruppengröße:	ca. 5-10
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: Die Studierenden lernen ausgewählte Konzepte für Sensoren und Aktoren kennen und können ihre Einsatzgebiete und besonderen Eigenschaften beschreiben. Sie sind in der Lage, geeignete Konzepte für neue Anwendungsfelder herzuleiten und können die Basis-Wandler theoretisch beschreiben.

Inhalt: Mikrosensoren und -aktoren umgeben jeden Tag: Im Smartphone, im Kraftfahrzeug, in Haushaltsgeräten oder Spielekonsolen, aber auch in Fitness-Uhren. Wie aber weiß das Smartphone wo oben und unten ist und wie arbeiten die Fahrer-Assistenzsysteme? Warum funktioniert das Navigationsgerät auch im Haus oder im Tunnel? Wie warnt der Gassensor vor gefährlichen Gaskonzentrationen? Wo werden Mikroaktoren eingesetzt? Viele Fragen, auf die die Vorlesung fundierte Antworten geben möchte. Die Vorlesung befasst sich mit grundlegenden Konzepten von Mikrosensoren und Mikroaktoren. Die Mikrosensoren werden dabei sowohl in Bezug auf die zugrunde liegenden Messprinzipie als auch die mikrotechnische Umsetzung diskutiert. Neben den mechanischen Größen Druck, Beschleunigung, Kraft oder Drehrate werden auch chemische Sensoren vorgestellt. Neben summarischen Sensoren, die z.B. brennbare Gase detektieren, werden Konzepte für hochspezifische Sensoren auf IR-Basis vorgestellt. Ein weiteres Beispiel ist die elektronische Nase, die mit einer Vielzahl an Sensoren charakteristische „Fingerabdrücke“ von Stoffen bestimmt. Bei den Aktoren werden die wesentlichen Grundprinzipie der Mikroaktoren vorgestellt und gegenüber makroskopisch dominierenden magnetischen Aktoren abgegrenzt. Hierzu gehören elektrostatische, piezoelektrische, thermische und Formgedächtnis-Aktoren, aber auch ungewöhnliche Prinzipie wie das „Electrowetting“, die Benetzungssteuerung von Oberflächen mittels elektrischer Ladungen.

Voraussetzungen: Keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Breites Grundlagenwissen der Elektrotechnik.

Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Übungsaufgaben und die Nachbereitung der Vorlesung sind etwa 60 Stunden (ca. 4 Stunden / Woche) vorgesehen. Da bei regelmäßiger Bearbeitung der Übungen der gesamte Lehrstoff vertieft wird, sind für die Prüfungsvorbereitung lediglich 18 Stunden angesetzt.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

2.37 141389: Mikrosystemtechnik

Nummer:	141389
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	Moodle
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Martin Hoffmann
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Martin Hoffmann
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Angeboten im:	Sommersemester

Ziele: Die Studierenden können die Skalierung physikalischer Vorgänge selbst bewerten und sie anhand von Kennzahlen anwenden. Ferner sind sie in der Lage, einfache Grundprinzipie der Mikromechanik eigenständig anzuwenden. Insbesondere kennen sie die besonderen Eigenschaften von Silicium als mechanisches Material.

Sie können wesentliche Wandler-Konzepte der Mikrosystemtechnik beschreiben und auf einfache Anwendungen beziehen. Anhand ausgewählter Beispiele können sie dabei auch einen Systemkontext darstellen und aufzeigen wie die konkreten Anwendungen die Wandler Konzepte der Mikrosystemtechnik beeinflussen.

Ferner kennen die Studierenden die wichtigsten MST-spezifischen Technologien und können den Einfluss der Temperatur auf Mikrosysteme bewerten.

Inhalt: Die Vorlesung gliedert sich in folgende Schwerpunkte:

- Einführung in die Mikrosystemtechnik (MST): Nach einer Darstellung der Entwicklung der MST aus der Halbleitertechnik heraus werden anhand von Beispielen unterschiedliche Anwendungen von mikrotechnischen Druck- und Beschleunigungssensoren vorgestellt und damit das Anwendungsgebiet der MST aufgezeigt.
- Skalierung und Kennzahlen: Die Besonderheiten der Verkleinerung für Sensoren und Aktoren werden allgemein anhand des Verfahrens der Skalierung und mit Hilfe von dimensionslosen Kennzahlen diskutiert. Insbesondere werden die prinzipiellen besonderen Eigenschaften von Mikrosystemen erarbeitet.
- Grundlagen der Mikromechanik: Zunächst werden wesentliche Grundprinzipie der Mechanik dargestellt, die für die MST von Bedeutung sind. Im zweiten Abschnitt werden dann insbesondere die mikromechanischen Eigenschaften von Silicium vorgestellt, die die Basis der meisten Mikrosysteme sind. Schwerpunkte sind dabei das anisotrope Verhalten von Einkristallen sowie die besonderen elektromechanischen Eigenschaften von Si. Zusätzlich wird das Thema der thermisch induzierten mechanischen Spannungen behandelt.
- Wandler-Konzepte: In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Wandler-Konzepte zwischen nicht-elektrischen und elektrischen Domänen dargestellt, wobei sowohl einfache sensorische wie aktorische Wandler betrachtet werden. Anhand der Kontinuitäts- und Bilanzgleichung wird aufgezeigt, dass sich viele physikalische Domänen auch als Netzwerke darstellen lassen. Vertieft und mit dem dazugehörigen Systemansatz dargestellt werden drei ausgewählte Wandler: Der Digitale Licht-Prozessor (DLP) für die Videoprojektion, der Drehratensensor sowie das Mikrofon.

- Technologien der Mikrosystemtechnik: Abschließend erfolgt eine Einführung in die Basistechnologien der Mikrosystemtechnik, wobei hier nur ein kurzer Abriss über die besonderen Prozesse erfolgt. Es soll aufgezeigt werden, wie modifizierte Halbleiterprozesse auch eine dreidimensionale Strukturierung von Silicium für die Mikromechanik erlauben.

Empfohlene Vorkenntnisse: Keine

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS (entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit). Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich + studienbegleitend, 30 Minuten

2.38 141105: Nichttechnische Veranstaltungen

Nummer:	141105
Lehrform:	Beliebig
Verantwortlicher:	Dekan
Dozent:	Dozenten der RUB
Sprache:	Deutsch
Angeboten im:	Wintersemester und Sommersemester

Ziele: Innerhalb des Moduls setzen die Studierenden entsprechend ihrer Interessen verschiedene Schwerpunkte. Dafür steht Ihnen das breite Angebot der ganzen Universität zur Verfügung. Sie beherrschen entsprechend ihrer Auswahl verschiedene Schlüsselqualifikationen.

Inhalt: Neben den in der Studiengangsübersicht angegebenen Lehrveranstaltungen können die Studierenden aus dem Angebot der Ruhr-Universität weitere Veranstaltungen auswählen. Es muss sich dabei um nichttechnische Fächer handeln. Ausgenommen sind somit die Fächer der Ingenieurwissenschaften sowie der Physik und Mathematik. Möglich Inhalte sind dagegen Sprachen, BWL, Jura, Chemie etc.

Beispielsweise gibt es verschiedene spezielle **Englischkurse**: Es wird ein Kurs **Technisches Englisch** für Bachelorstudierende der Fakultät angeboten. Außerdem wird ein weiterführender Englischkurs **Projects and management in technical contexts** für Masterstudierende angeboten. Schließlich richtet sich der allgemeine Kurs **Engineer your careers** an Bachelor- und Masterstudierende.

Aus anderen Bereichen gibt es folgende Kurse:

[Der Ingenieur als Manager](#)

[Methods and Instruments of Technology Management](#)

[Projektmanagement für Ingenieure](#)

Im Zusammenhang mit dem Thema “Existenzgründung” gibt es folgenden Kurs:

[Coaching für Existenzgründer](#)

[Unsicherheitserfahrung und Bewältigungsstrategien im unternehmerischen Kontext
– Simulationsbasierte Lernansätze](#)

Bei der Auswahl kann außerdem das Vorlesungsverzeichnis der Ruhr-Universität verwendet werden, eine Beispiele sind:

Oem

BWL: <https://www.wiwi.ruhr-uni-bochum.de/zfoeb>

Sprachen: <http://www.ruhr-uni-bochum.de/zfa/>

Recht: <https://zrsweb.zrs.rub.de/institut/qzr/>

Schreibzentrum: <https://www.zfw.rub.de/sz/> (z.B. [Vorbereitung auf die Abschlussarbeit](#))

Bitte beachten Sie, dass die Vorlesungen “BWL für Ingenieure” und “BWL für Nichtökonom” identischen Inhalt haben und deshalb nur eine von beiden Veranstaltungen anerkannt werden kann. Gleiches gilt für die Veranstaltungen “Kostenrechnung” und “Einführung in das Rechnungswesen/Controlling”.

Voraussetzungen: entsprechend den Angaben zu der gewählten Veranstaltungen

Empfohlene Vorkenntnisse: entsprechend den Angaben zu der gewählten Veranstaltungen

Prüfungsform: None, studienbegleitend

Beschreibung der Prüfungsleistung: Die Prüfung kann entsprechend der gewählten Veranstaltungen variieren.

2.39 141387: Niedrigdimensionale Halbleitersysteme

Nummer:	141387
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	Folien Handouts Tafelanschrieb
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Martin Hoffmann
Dozenten:	Dr.-Ing. Claudia Bock Dr.-Ing. Ulrich Wieser
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	4
Gruppengröße:	ca. 6 Teilnehmer
Angeboten im:	Sommersemester

Ziele: Nanostrukturen mit Abmessungen von typisch ≈ 300 nm zeichnen sich durch besondere Eigenschaften aus und werden in vieler Hinsicht in Bezug auf ihren Nutzen diskutiert. Die Studierenden lernen diese Eigenschaften kennen und können ihre Wirkung im Mikrosystem einschätzen sowie wichtige Effekte beschreiben und anwenden. Dabei wird sowohl auf etablierte konventionelle Halbleiter wie beispielsweise Si, GaAs/AlGaAs wie auch auf neue Halbleitermaterialien wie die Übergangsmetall-Dichalkogenide eingegangen, die Gegenstand aktueller internationaler Forschung sind. Neben den Eigenschaften werden auch Verfahren zur Herstellung und Charakterisierung von Nanostrukturen vorgestellt, so dass die Studierenden auch einschätzen können, ob und wie Nanostrukturen integriert werden können.

Inhalt: Von 3D-Nanostrukturen zu 0D-Strukturen:

- Grundlagen nanoskaliger Systeme, Kurzkanaleffekte
- Charakterisierungsverfahren nanoskaliger Systeme
- Heterostrukturen, Quantenhalleffekt
- Leitwertquantisierung, Trägheitsballistik
- Carbon Nanotubes, Nanoribbons
- Einzelelektroneneffekte, SET, Coulomb Blockade

Voraussetzungen: Keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Bachelor der Elektrotechnik

Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Übungsaufgaben und die Nachbereitung der Vorlesung sind etwa 60 Stunden (ca. 4 Stunden / Woche) vorgesehen. Da bei regelmäßiger Bearbeitung der

Übungen der gesamte Lehrstoff vertieft wird, sind für die Prüfungsvorbereitung lediglich 18 Stunden angesetzt.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

Literatur:

[1] Heinzl, Thomas "Mesoscopic Electronics in Solid State Nanostructures", Wiley-VCH, 2007

[2] Davies, John H. "The Physics of Low-dimensional Semiconductors. An Introduction", Cambridge University Press, 1998

2.40 141482: Numerical Photonics in Python

Nummer:	141482
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	e-learning
Verantwortlicher:	Prof. Dr. Clara J. Saraceno
Dozent:	Dr. Martin Saraceno
Sprache:	Englisch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: The goal is to use the Python programming language to solve common every-day tasks that arise in Photonics. Solving problems using programming is the main focus of the lecture and all tasks will require it.

Inhalt:

- brief overview of the Python programming language
- Fourier Transformation
- characterization of ultrashort pulses
- propagation of ultrashort pulses
- solving differential equations
- Gaussian beam propagation and cavity stability
- optical coatings

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: A good knowledge of a modern programming language is highly recommended. The basics of programming in Python will be covered at the beginning, but without any knowledge of programming, this lecture can be considered to be very hard. Fundamentals of optics and a thorough mathematics background are recommended.

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

The workload is accumulated as follows: 14 weeks with 4 HWS each correspond to a total of 56 hours of physical presence. For the preparation of exercises and further reading after the lectures, 4 hours per week are required, accumulating to 56 hours. About 38 hours are required in preparation for the examination.

Prüfungsform: Projektarbeit, studienbegleitend

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Each student or group of students (depending on the number of participants) will be given a problem which has to be solved using Python. A presentation of the problem and its solution has to be prepared and presented to all students.

2.41 141132: Simulation Hochfrequenter Systeme

Nummer:	141132
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	rechnerbasierte Präsentation
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes
Dozent:	Dr.-Ing. Christian Schulz
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Gruppengröße:	ca. 15 - 25
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden ein vertieftes Verständnis für die zugrundeliegenden Methoden hochfrequenter Simulationen. Neben modellbasierten Verfahren kennen die Studierenden unterschiedliche 3D elektromagnetische Methoden wie die Finite-Differenzen-Methode im Zeitbereich (FDTD - Finite Difference Time Domain). Die Studierenden erlangen erweiterte Kenntnisse zu den Grundlagen, den Unterschieden sowie den spezifischen Vor- und Nachteilen ausgewählter kommerzieller Simulationstools. Ausgehend von praxisnahen Beispielen hochfrequenter Komponenten werden Methoden zur Analyse und Optimierung beherrscht. Die Studierenden können die Verfahren erläutern, ihre Unterschiede differenzieren und ihre Anwendbarkeit überprüfen und beurteilen. Die Studierenden werden schließlich in die Lage versetzt, Komponenten und einfache Systeme zu entwerfen und umfassend zu simulieren.

Inhalt: In der Vorlesung werden die folgenden Themen behandelt:

- Ausgewählte Simulationsmethoden
 - Modellbasierte Methoden
 - 3D elektromagnetische Methoden
- Ausgewählte hochfrequente Komponenten
 - Koppler
 - Leitungsteiler
 - Übergangsstrukturen
 - Antennen
- Ausgewählte kommerzielle Simulationsprogramme
- Synthese verschiedener Simulationsmethoden

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Inhalte der Vorlesung "Systeme der Hochfrequenztechnik"

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 15 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 60 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 60 Stunden, erforderlich. Etwa 30 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Literatur:

[1] Pozar, David "Microwave Engineering", Wiley & Sons, 1998

2.42 139180: Smarte Apparate

Nummer:	139180
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald
Dozenten:	Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald Dr.-Ing. Philip Biessey Prof. Dr. Asja Fischer Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Angeboten im:	Wintersemester und Sommersemester

Ziele:

- Verfahrens- und messtechnische Komponenten, die zum Betrieb einer Bodenkolonne erforderlich sind, auswählen, auslegen und die Anlage im An- und Abfahr- sowie im stationären Betrieb sicher und selbstständig operieren
- experimentelle Versuchsreihen zur fluiddynamischen Charakterisierung verfahrenstechnischer Apparate am Beispiel einer Bodenkolonne selbstständig planen und durchführen
- die erfassten Messergebnisse mittels Machine Learning-gestützter Methoden auswerten und darauf basierend den fluiddynamischen Zustand der untersuchten Bodenkolonne bewerten
- die Aussagekraft der experimentellen Untersuchungen sowie die Auswertung der Ergebnisse mittels Machine Learning-gestützter Methoden kritisch bewerten

Inhalt: Die Lehrveranstaltung adressiert sowohl Schlüsselaspekte der Digitalisierung in der chemischen Industrie als auch die Kooperation von Studierenden aus den Fachrichtungen Verfahrenstechnik (UI/ MB), Elektrotechnik und Mathematik (Machine Learning). Daraus ergeben sich folgende inhaltliche Schwerpunkte:

- Auslegung und Betrieb verfahrenstechnischer Apparate am Beispiel einer Bodenkolonne
- Experimentelle Versuchsreihen zur fluiddynamischen Charakterisierung einer Bodenkolonne
- Auswahl, Einsatz und Bewertung von Messtechnik und deren Messgrößen für eine sensorbasierte Zustandsdiagnostik
- Auswertung von Messdaten mittels Machine Learning-gestützter Methoden und deren Interpretation

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 15 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 60 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 60 Stunden, erforderlich. Etwa 30 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgreiches Bestehen Modulabschlussprüfung; Gruppenarbeit mit Abschlusspräsentation

2.43 141131: Systeme der Hochfrequenztechnik

Nummer:	141131
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	Folien Tafelanschrieb
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes
Dozenten:	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes Dr.-Ing. Christoph Dahl M. Sc. Jochen Jebramcik
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Gruppengröße:	ca. 20-30
Angeboten im:	Sommersemester

Ziele: Nach erfolgreichem Abschluss der Vorlesung verfügen die Studierenden über vertiefte Kenntnisse zur Beschreibung und Analyse hochfrequenter Phänomene und Komponenten sowie komplexer hochfrequenter Systeme. Sie haben erweiterte Kenntnisse über Bauelemente und Schaltungen der Hochfrequenztechnik. Die Studierenden beherrschen Methoden zur Analyse und zum Entwurf hochfrequenter Systeme und können diese in praxisrelevanten Beispielen der Kommunikationstechnik, der Radar-, Mess- und Sensortechnik sowie der Medizintechnik anwenden. Die Studierenden können entscheiden, unter welchen Bedingungen bestimmte Verfahren und Konzepte in der Praxis eingesetzt werden und wie wichtige Systemparameter zu wählen sind.

Inhalt: Die Vorlesung bietet einen umfassenden und vertieften Überblick zu hochfrequenten Systemen. In der Vorlesung werden die folgenden Themen behandelt:

- Passive und aktive Bauelemente und Schaltungen der Hochfrequenztechnik
- Verfahren zur Analyse und zum Entwurf hochfrequenter Systeme
- Vorstellung hochfrequenter Systeme aus den Bereichen der Kommunikationstechnik, der Radar-, Mess- und Sensortechnik sowie der Medizintechnik und Erläuterung der Anwendung an praxisrelevanten Beispielen.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Inhalte der Vorlesung “Grundlagen der Hochfrequenztechnik”

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Literatur:

- [1] Detlefsen, Jürgen, Siart, Uwe "Grundlagen der Hochfrequenztechnik", Oldenbourg, 2006
- [2] Schiek, Burkhard "Grundlagen Hochfrequenz-Messtechnik", Springer, 2007
- [3] Pozar, David "Microwave Engineering", Wiley & Sons, 1998

2.44 141128: Systeme und Schaltungen der Mobilkommunikation

Nummer:	141128
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	Folien Handouts Tafelanschrieb
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Michael Vogt
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Michael Vogt
Sprache:	Deutsch
SWS:	3
Leistungspunkte:	4
Gruppengröße:	maximal 40
Angeboten im:	Sommersemester

Ziele: Die Studierenden haben einen praxisnahen Einblick in moderne Konzepte, Systeme und Schaltungen der Mobilkommunikation.

Inhalt: Unter dem Sammelbegriff der Mobilkommunikation wird die Sprach- und Datenkommunikation mit mobilen, drahtlosen Endgeräten zusammengefasst. Anwendungen wie das mobile Telefonieren, drahtlose Rechnernetzwerke und nahezu unbeschränkte Kommunikationsmöglichkeiten sind Alltag geworden. Im Rahmen der Vorlesung werden die zugrundeliegenden Verfahren und Schaltungskonzepte sowie hochfrequenztechnische Komponenten und Aspekte der Mobilkommunikation behandelt.

Aus dem Inhalt:

- Einführung in die Mobilkommunikation, Überblick, Anwendungen
- Ausbreitungsbedingungen, Mobilfunkkanal, Funknetze, Vielfachzugriffsverfahren
- Digitale Modulationsverfahren, Frequenzspreizverfahren, OFDM
- Sende- und Empfangsschaltungen, Antennen, Mischer, Filter, Synthesizer
- Mobilkommunikationssysteme: GSM, UMTS, LTE, TETRA, WLAN, Bluetooth, DECT etc.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Vorlesung “Nachrichtentechnik”, Vorlesungen “Signale und Systeme I” und “Signale und Systeme II”

Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestandene Prüfung

2.45 141272: Terahertztechnologie

Nummer:	141272
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
Verantwortlicher:	Prof. Dr. Martin R. Hofmann
Dozent:	Dr.-Ing. Carsten Brenner
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: Die Studenten sind in der Lage, Probleme zu identifizieren, die mit photonischen THz Systemen gelöst werden können. Sie können den Aufbau von photonischen Systemen erklären und haben die grundlegenden Unterschiede der vorgestellten Systemkonzepte erfasst und können die Vor- und Nachteile eines Systems vor dem Hintergrund einer bestimmten Anwendung hervorheben. Weiterhin können Sie die typischen Verfahren zur Datenauswertung erklären, ausführen und implementieren.

Inhalt: Die Vorlesung beschäftigt sich mit den Grundlagen, Systemen und Anwendungen von photonischen Terahertzsystemen. Der Fokus liegt auf dem Frequenzbereich von 100GHz bis 10THz für Anwendungen insbesondere im Bereich der Materialcharakterisierung wie z.B. Schichtdickenmessungen und Spektroskopie. Als photonische Systeme zur THz Erzeugung werden sowohl schmalbandige kontinuierliche Systeme, als auch Systeme der Zeitbereichsspektroskopie behandelt. Die Übungen basieren auf der Auswertung von realen Messdaten, die mit den vorgestellten Systemen aufgenommen wurden.

Voraussetzungen: Keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlegende Kenntnisse über elektromagnetische Wellen und Optik

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand setzt sich wie folgt zusammen: 15 Wochen zu je 4 SWS (entsprechen in Summe 60 Stunden Anwesenheit). Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 60 Stunden, erforderlich. Etwa 30 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten

Literatur:

- [1] Lee, Yun-Shik "Principles of Terahertz Science and Technology", Springer, 2009
- [2] Murphy, J. Anthony, O'Sullivan, Cr idhe "Terahertz Sources, Detectors, and Optics", Spie Press, 2012
- [3] Br ndermann, Erik, H bers, Heinz-Wilhelm, Kimmitt, Maurice FitzGerald "Terahertz Technologies", Springer, 2012

2.46 141183: VLSI-Entwurf

Nummer:	141183
Lehrform:	Vorlesungen und Übungen
Medienform:	Folien rechnerbasierte Präsentation
Verantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Nils Pohl
Dozent:	Dr.-Ing. Pierre Mayr
Sprache:	Deutsch
SWS:	4
Leistungspunkte:	5
Angeboten im:	Wintersemester

Ziele: Die Studierenden werden mit wichtigen Aspekten des VLSI-Entwurfs vertraut gemacht, die beim Konzipieren komplexer mikroelektronischer Systeme und bei der praktischen Umsetzung der Konzepte in reale, integrierte Schaltungen beachtet werden müssen. Dabei wird detailliertes Fachwissen über die im Inhalt skizzierten Punkte erworben.

Inhalt: Komplexe elektronische Systeme der Kommunikationstechnik, der Computertechnik, der Regelungstechnik oder anderer Bereiche der Elektronik werden heute in vielen Fällen als hochintegrierte, mikroelektronische Schaltungen auf Silizium (System on a Chip) realisiert. Solche Systeme können sowohl rein digital arbeiten als auch aus analogen und digitalen Komponenten aufgebaut sein. Die Vorlesung gibt einen Überblick über wichtige Elemente des Entwurfs moderner hochintegrierter Systeme, d.h. des VLSI-Entwurfs (VLSI steht für Very Large Scale Integration). Nach einer Einführung in die heutigen Entwicklungstrends bei VLSI-Systemen werden zunächst die mit der Strukturverkleinerung bei MOSFETs einhergehenden Veränderungen der Transistoreigenschaften behandelt. Anschließend werden unterschiedliche Methoden zum Entwurf von Mikrochips vorgestellt. Höchstintegration kann nur dann erfolgreich erreicht werden, wenn besondere Maßnahmen zur Reduzierung der Verlustleistung in jeder Abstaktions-ebene des Systementwurfs getroffen werden. In einem eigenen Kapitel wird daher eine Vielzahl von Methoden zur Verlustleistungsreduzierung behandelt. Im Anschluss daran der Fokus der Vorlesung auf ausgewählte funktionale Komponenten, wie Addierer, Multiplizierer und Dividierer gelegt.

Voraussetzungen: keine

Empfohlene Vorkenntnisse: Inhalte der Vorlesung Integrierte Digitalschaltungen

Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

Prüfungsform: mündlich, 30 Minuten