
Modulhandbuch

Master of Science (M.Sc.)

Elektrotechnik

Kohorte: Wintersemester 2020

Stand: 30. April 2020

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	4
Fachmodule der Kernqualifikation	9
Modul M0523: Betrieb & Management	9
Modul M0524: Nichttechnische Angebote im Master	10
Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung	13
Modul M0746: Microsystem Engineering	16
Modul M0710: Hochfrequenztechnik	19
Modul M0846: Control Systems Theory and Design	22
Modul M1250: Elektrische Energiesysteme II: Betrieb und Informationssysteme elektrischer Energienetze	26
Modul M0798: Technischer Ergänzungskurs für ETMS (laut FSPO)	28
Fachmodule der Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit	29
Modul M0643: Optoelectronics I - Wave Optics	29
Modul M0645: Fibre and Integrated Optics	31
Modul M1016: Optical Communications	33
Modul M0712: Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen I	36
Modul M0769: EMV I: Kopplungen, Gegenmaßnahmen und Prüfverfahren	38
Modul M0781: EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme	41
Modul M0788: Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen II	46
Modul M0644: Optoelectronics II - Quantum Optics	49
Modul M1524: Forschungsprojekt und Seminar in HF-Technik, Optik und Elektromagnetischer Verträglichkeit	51
Modul M1614: Optics for Engineers	53
Modul M0548: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen	55
Fachmodule der Vertiefung Medizintechnik	59
Modul M0630: Robotics and Navigation in Medicine	59
Modul M0635: Medizintechnik Projekt	62
Modul M1280: MED II: Einführung in die Physiologie	64
Modul M0845: Regelungstechnische Methoden für die Medizintechnik	66
Modul M1277: MED I: Einführung in die Anatomie	68
Modul M0811: Bildgebende Systeme in der Medizin	70
Modul M1278: MED I: Einführung in die Radiologie und Strahlentherapie	73
Modul M0623: Intelligent Systems in Medicine	76
Modul M0768: Microsystems Technology in Theory and Practice	78
Modul M1279: MED II: Einführung in die Biochemie und Molekularbiologie	81
Modul M0921: Electronic Circuits for Medical Applications	83
Modul M1249: Medizinische Bildgebung	87
Modul M1525: Forschungsprojekt und Seminar in Medizintechnik	89
Modul M0550: Digital Image Analysis	91
Modul M0548: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen	93
Fachmodule der Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik	97
Modul M0551: Pattern Recognition and Data Compression	97
Modul M0637: Advanced Concepts of Wireless Communications	99
Modul M0837: Simulation of Communication Networks	101
Modul M0673: Informationstheorie und Codierung	103
Modul M0924: Software für Eingebettete Systeme	107
Modul M1248: Compiler für Eingebettete Systeme	109
Modul M0550: Digital Image Analysis	112
Modul M0836: Communication Networks	114
Modul M0638: Modern Wireless Systems	117
Modul M0839: Traffic Engineering	120
Modul M0738: Digital Audio Signal Processing	123
Modul M1526: Forschungsprojekt und Seminar in Nachrichten- und Kommunikationstechnik	126
Fachmodule der Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik	128
Modul M0643: Optoelectronics I - Wave Optics	128
Modul M0925: Digital Circuit Design	131
Modul M0747: Microsystem Design	133
Modul M0761: Halbleitertechnologie	135
Modul M0918: Advanced IC Design	138
Modul M0919: Laboratory: Digital Circuit Design	140
Modul M0644: Optoelectronics II - Quantum Optics	142
Modul M0768: Microsystems Technology in Theory and Practice	144
Modul M1048: Integrated Circuit Design	147
Modul M1589: Laboratory: Analog Circuit Design	150
Modul M1527: Forschungsprojekt und Seminar in Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik	152
Modul M0781: EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme	154
Modul M0913: Mixed-signal Circuit Design	159
Fachmodule der Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik	161
Modul M0692: Approximation und Stabilität	161
Modul M0714: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	164
Modul M0838: Linear and Nonlinear System Identifikation	167

Modul M0840: Optimal and Robust Control	169
Modul M1236: Elektrische Energiesysteme III: Dynamik und Stabilität elektrischer Energiesysteme	172
Modul M0932: Prozessmesstechnik	174
Modul M0939: Control Lab A	177
Modul M0845: Regelungstechnische Methoden für die Medizintechnik	180
Modul M0565: Mechatronische Systeme	182
Modul M1425: Leistungselektronik	184
Modul M0633: Industrial Process Automation	186
Modul M0677: Digital Signal Processing and Digital Filters	188
Modul M0836: Communication Networks	192
Modul M1229: Control Lab B	195
Modul M1213: Avionik sicherheitskritischer Systeme	197
Modul M1155: Flugzeug-Kabinensysteme	200
Modul M1306: Control Lab C	203
Modul M0832: Advanced Topics in Control	205
Modul M1523: Forschungsprojekt und Seminar in Regelungs- und Energiesystemtechnik	208
Thesis	210
Modul M-002: Masterarbeit	210

Studiengangsbeschreibung

Inhalt

Die Elektroindustrie ist nach dem Maschinenbau gemessen an den Beschäftigtenzahlen die zweitgrößte Industriebranche der BRD. Mit ca. 847.000 Beschäftigten wird dabei ein Umsatz von ca. 179 Milliarden Euro erzielt (bezogen auf das Jahr 2016, Quelle: de.statista.com). Die Elektrotechnik ist damit nicht nur einer der „klassischen Ingenieurwissenschaften“ sondern auch einer der wesentlichen Motoren des nationalen und internationalen technischen Fortschritts in den letzten Jahrzehnten.

Das Masterstudium der Elektrotechnik mit an der TUHH bereitet seine Absolventinnen und Absolventen auf führende Positionen in der elektrotechnischen Industrie und auf selbständiges Arbeiten in der Forschung vor. Die Master-Ausbildung ist dementsprechend gekennzeichnet durch eine wissenschaftliche Ausrichtung, inhaltliche Schwerpunktbildung und die Vermittlung von effektiven, strukturierten, interdisziplinären Arbeitsmethoden. Die inhaltlichen Schwerpunkte sind eng verknüpft mit den Forschungsthemen der Institute des Studiendekanats und spiegeln die Einheit von Forschung und Lehre wider. Dies gewährleistet stets aktuelle Vorlesungsinhalte und Möglichkeiten zur Mitarbeit in der Forschung an der TUHH z.B. im Rahmen von Abschlussarbeiten, Seminarbeiträgen und Projektarbeiten. Des Weiteren sind die inhaltlichen Schwerpunkte des Masterstudiengangs verknüpft mit den Kernfächern des Bachelorstudiengangs im Sinne eines konsekutiven Gesamtstudiengangs.

Berufliche Perspektiven

Ein erfolgreicher Abschluss des Masterstudiums Elektrotechnik ermöglicht den Berufseinstieg in die typischen Tätigkeitsfelder der Elektrotechnik. Dazu gehören die Nachrichten- und Kommunikationstechnik, die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, die Mikrosystemtechnik und Nanoelektronik, die elektrische Energietechnik, die Hochfrequenztechnik und optische Systeme.

Die Ingenieure und Ingenieurinnen der Elektrotechnik gehören zu den meistgefragten Akademikern bzw. Akademikerinnen auf dem Arbeitsmarkt. Eine aktuelle Auswertung der Daten der Bundesagentur für Arbeit belegt den steigenden Bedarf (Bundesagentur für Arbeit: "Berichte: Blickpunkt Arbeitsmarkt - Ingenieurinnen und Ingenieure", Nürnberg, 2018). Während die Zahl der gemeldeten Arbeitslosen weiter kontinuierlich sinkt, erhöht sich gleichzeitig die Anzahl der gemeldeten offenen Stellen deutlich. Dabei wird wohl nur ein Bruchteil der ausgeschriebenen Stellen der Bundesagentur für Arbeit gemeldet, so dass das Angebot an Stellen aktuell die Nachfrage übersteigen dürfte. Somit kann die Nachfrage nach Ingenieuren und Ingenieurinnen der Elektrotechnik - v.a. in den alten Bundesländern inkl. Hamburg - wie schon in den vergangenen Jahren nicht befriedigt werden („Fachkräftemangel“).

Der Master-Abschluss befähigt die Absolventen zudem zur Aufnahme einer Promotion.

Lernziele

Die Absolventinnen und Absolventen des Master-Studiengangs Elektrotechnik sollen in der Lage sein, ihre im Studium erworbenen ingenieurwissenschaftlichen, mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen in die Praxis zu übertragen und dort - wenn nötig - selbstständig zu erweitern. Sie können Probleme mit wissenschaftlichen Methoden analysieren und zu einer Lösung führen, auch wenn die Probleme „offen“ oder unvollständig definiert sind. Sie sind zu selbständigem Arbeiten im Elektrotechnikingenieurwesen und in angrenzenden Disziplinen befähigt und können die für die Lösung technischer und konzeptioneller Fragestellungen

benötigten Methoden und Verfahren sowie neue Erkenntnisse anwenden, kritisch hinterfragen und weiterentwickeln. Die Absolventinnen und Absolventen sind ferner qualifiziert, Entwürfe für anspruchsvolle Vorhaben in einer der Vertiefungsrichtungen

- HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit,
- Medizintechnik,
- Nachrichten- und Kommunikationstechnik,
- Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik und
- Regelungs- und Energietechnik

zu erarbeiten und diese unter Berücksichtigung erforderlicher Abklärungen und Prüfung vorhandener Informationen zu planen. Die Lernziele sind im Folgenden eingeteilt in die Kategorien Wissen, Fertigkeiten, Sozialkompetenz und Selbstständigkeit.

Wissen

- Die Studierenden können vertiefte mathematisch-naturwissenschaftliche Kenntnisse wiedergeben und diese mit einem breiten theoretischen und methodischen Fundament untermauern. Dies schließt die Gebiete der Hochfrequenztechnik, der Regelungstechnik, der Mikrosystemtechnik und der Nanoelektronik ein, die im ersten Semester alle Pflichtveranstaltungen sind.
- Die Studierenden können die Prinzipien, Methoden und Anwendungsgebiete der Vertiefungsrichtungen der Elektrotechnik im Detail erklären. Die Vertiefungsrichtungen sind (1) HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit, (2) Medizintechnik, (3) Modellierung und Simulation, (4) Nachrichten- und Kommunikationstechnik, (5) Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik und (6) Regelungs- und Energietechnik.
- Die Studierenden können die Grundlagen im Bereich Betrieb und Management und angrenzenden Fächern wie Patentwesen benennen und in Beziehung zu ihrem Fach setzen.
- Die Studierenden können die Elemente wissenschaftlicher Arbeit und Forschung anführen und können einen Überblick über deren Anwendung in der Elektrotechnik geben.

Fertigkeiten

Für alle Vertiefungen

- Die Absolventen sind in der Lage komplexe regelungstechnische Systeme zu beurteilen, ihre Funktionsfähigkeit zu testen sowie mikrosystemtechnische und nanoelektronische Schaltungen zu analysieren und zu optimieren. Ferner können sie hochfrequenztechnische Lösungen erarbeiten sowie einen Überblick über Verfahren und Anwendungsmöglichkeiten der digitalen Nachrichtenübertragung geben (Kernqualifikationen).
- Die Studierenden können zukünftige Technologien und wissenschaftliche Entwicklungen untersuchen bzw. einschätzen und sind befähigt, eigenständig forschend tätig zu werden (Befähigung zur Promotion).

Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit

Die Studierenden beherrschen das theoriegeleitete Anwenden sehr anspruchsvoller Methoden und Verfahren der HF-Technik, der Optik und der elektrotechnischen Verträglichkeit.

- Studierende können komplexere Probleme der Antennentheorie beschreiben, mit CAD Simulationen Lösungsverfahren für Teilprobleme herausarbeiten und daraus eine Gesamtlösung erstellen. Sie sind in der Lage Effekte in Schaltungen der HF-Technik zu analysieren, zu simulieren und zu bewerten.
- Studierende sind in der Lage faseroptische und integrierte optische Wellenausbreitungen mathematisch zu beschreiben, bei der Modellierung Näherungslösungen abzuleiten und Einflussfaktoren auf Systemkomponenten abzuschätzen.
- Studierende sind in der Lage unterschiedliche Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder und zur Wellenausbreitung anzuwenden sowie die Ergebnisse zu

diskutieren. Ebenso können Sie den Einfluss bezüglich der Elektromagnetischen Verträglichkeit abschätzen, analysieren und unterschiedliche Lösungswege gegeneinander abwägen.

Vertiefung Medizintechnik

Die Studierenden beherrschen theoriegeleitetes Anwenden sehr anspruchsvoller Methoden und Verfahren der Medizintechnik.

- Studierende können Funktionsweise und Einsatzmöglichkeiten klinischer Bildgebungsverfahren erläutern sowie Effekte der wichtigsten Klassen bildgebender Sensoren und Displays unter Verwendung mathematischer Methoden und physikalischer Modelle interpretieren.
- Die Studierenden können Navigations- und robotische Systeme für medizinische Anwendungen entwerfen und bewerten. Sie sind in der Lage eine Auswahl und Adaption von Klassifikations-, Regressions- und Prädiktionsverfahren zu begründen und können diese anhand klinischer Beispieldaten bewerten und die entsprechenden Methoden umsetzen.
- Studierende sind in der Lage, medizinelektronische Anwendungen und die Realisierbarkeit von Mikrosystemen zu analysieren, Prozessfolgen für die Herstellung von Mikrostrukturen zu entwerfen und diese anzuwenden.

Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik

Die Studierenden beherrschen theoriegeleitetes Anwenden sehr anspruchsvoller Methoden und Verfahren der Nachrichten- und Kommunikationstechnik.

- Studierende sind in der Lage, die Leistungsfähigkeit von Nachrichtenübertragungsverfahren und Kommunikationsnetzen zu bewerten und die aufgetretenen Effekte zu erläutern sowie typische Planungs- und Optimierungsaufgaben zu lösen.
- Die Studierenden sind in der Lage, mit Hilfe grundlegender informationstheoretischer Methoden Übertragungsverfahren, Datenkompressionsverfahren (Quellencodierung) und Fehlerkorrekturverfahren (Kanalcodierung) zu vergleichen, auszuwählen und zu dimensionieren. Sie sind in der Lage, diese Verfahren in Software zu implementieren. Insbesondere können sie die Grenzen der Datenkompression bzw. der Datenübertragungsrate bestimmen und damit ein Übertragungsverfahren dimensionieren.
- Studierende können Methoden der Statistik auf Probleme der Kommunikationstechnik und der Signalverarbeitung anwenden. Sie können theoretisch und methodisch fundiert Merkmalsbewertungen und Klassifikationen analysieren.

Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik

Die Studierenden beherrschen das theoriegeleitete Anwenden sehr anspruchsvoller Methoden und Verfahren der Nanoelektronik und der Mikrosystemtechnik.

- Sie können elektronische Schaltungen (analog und digital) entwerfen, Abweichungen von integrierten Bauelementen und Rauschspektren berechnen und durch Simulation verifizieren. Sie können das Kosten-Nutzen-Verhältnis unterschiedlicher Designansätze bestimmen.
- Studierende sind in der Lage, die Realisierbarkeit von Mikrosystemen zu analysieren, eine Analyse der Einflüsse von Prozessparametern durchzuführen, Prozessfolgen für die Herstellung von Mikrostrukturen zu entwerfen und diese anzuwenden.
- Die Studierenden können Modelle und mathematische Beschreibungen hinsichtlich freier Wellenausbreitung sowie quantenoptischer Phänomene und Prozesse ableiten sowie Näherungslösungen finden.

Vertiefung Regelungs- und Energietechnik

Die Studierenden beherrschen das theoriegeleitete Anwenden sehr anspruchsvoller Methoden und Verfahren der Regelungs- und der Energietechnik.

- Die Studierenden sind in der Lage, Optimierungen von Prozessabläufen durchzuführen und für abstrakte Aufgabenstellungen Methoden auszuwählen, die zu gewünschten Ergebnissen führen.
- Die Studierenden sind in der Lage, Technologien und Verfahren zur Planung bzw. Analyse elektrischer Energiesysteme anzuwenden, die Ergebnisse zu bewerten, das dynamische Verhalten und die Stabilität elektrischer Energiesysteme anhand geeigneter Modellierungen zu berechnen und zu analysieren.
- Studierende sind in der Lage, komplexe lineare und nichtlineare Systeme zu analysieren, regelungstechnische Methoden anzuwenden und zu implementieren sowie umfassende mathematische Simulationen durchzuführen.

Sozialkompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, Vorgehensweise und Ergebnisse ihrer Arbeit schriftlich und mündlich auf Deutsch und Englisch verständlich darzustellen.
- Die Studierenden können über fortgeschrittene Inhalte und Probleme der Elektrotechnik mit Fachleuten und Laien auf Deutsch und Englisch kommunizieren. Sie können auf Nachfragen, Ergänzungen und Kommentare geeignet reagieren.
- Die Studierenden sind in der Lage, in Gruppen zu arbeiten. Sie können Teilaufgaben definieren, verteilen und integrieren. Sie können zeitliche Vereinbarungen treffen und sozial interagieren. Sie haben die Fähigkeit und Bereitschaft, Führungsverantwortung zu übernehmen.

Kompetenz zum selbständigen Arbeiten

- Die Studierenden sind in der Lage, notwendige Informationen zu beschaffen und in den Kontext ihres Wissens zu setzen.
- Die Studierenden können ihre vorhandenen Kompetenzen realistisch einschätzen, Defizite selbstständig kompensieren und sinnvolle Erweiterungen vornehmen.
- Die Studierenden können selbstorganisiert und -motiviert Forschungsgebiete erarbeiten und neue Problemstellungen finden bzw. definieren (lebenslanges Forschen).

Studiengangsstruktur

Das Curriculum des Masterstudiengangs Elektrotechnik ist wie folgt gegliedert:

- Kernqualifikation: 9 Module, 54 LP, 1. - 3. Semester
- Vertiefung: 36 LP, 2. und 3. Semester
- Masterarbeit: 30 LP, 4. Semester

Die fachliche Lehre der Kernqualifikation ist unterteilt in:

- Theoretische Grundlagen der Vertiefungsrichtungen: 5 Module, 30 LP, 1. Semester
- Technische Ergänzungskurse: 2 Module, 12 LP, 2. und 3. Semester

Die Kernqualifikation beinhaltet neben Fachmodulen auch überfachliche Module:

- Betrieb & Management: 6 LP, 1. - 3. Semester
- Nichttechnische Ergänzungskurse im Master: 6 LP, 1. - 3. Semester

Die Wahl einer Vertiefungsrichtung ist obligatorisch.

Die Vertiefungsrichtungen des Masterstudiengangs sind:

- HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit,
- Medizintechnik,
- Nachrichten- und Kommunikationstechnik,
- Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik und
- Regelungs- und Energietechnik.

Innerhalb einer Vertiefungsrichtung kann und muss im Rahmen der vorgeschriebenen Leistungspunkteanzahl von 36 LP, entsprechend einem Anteil von 30% des Curriculums, aus einem Wahlpflichtkatalog ausgewählt werden. Die Fachmodule der Vertiefungsrichtungen sind im Modulhandbuch einzeln aufgeführt. Innerhalb jeder Vertiefungsrichtung muss mindestens ein Modul "Forschungsprojekt und Seminar" belegt werden, wobei sich die Zuordnung zur Vertiefungsrichtung aus den bearbeiteten Themen ergibt. Um trotz großer individueller Freiräume bei der Auswahl der Lehrveranstaltungen ein ausgewogenes Verhältnis von formalen und praktischen Lehrinhalten im Theorie- und Anwendungsbereich des Curriculums zu gewährleisten, sind Querschnittsveranstaltungen (theoretische Grundlagen der Vertiefungsrichtungen) im Umfang von 30 ECTS, entsprechend einem Anteil von 25% des Curriculums, obligatorisch für alle Studierenden des ersten Semesters. Diese umfassen die Module Digitale Nachrichtenübertragung, Elektrische Energiesysteme, Hochfrequenztechnik, Mikrosystemtechnik, Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme. Weitere Spielräume bei der individuellen Gestaltung des Studienplanes bieten die technischen Ergänzungskurse, die aus dem technischen Gesamtkatalog aller Mastervorlesungen der TUHH im Umfang von 12 LP, entsprechend einem Anteil von 10% des Curriculums gewählt werden können. Den verbleibenden Teil des Curriculums machen die nichttechnischen Fächer mit einem Anteil von ebenfalls 10% und die Masterarbeit mit einem Anteil von 25% aus.

Der Studienplan enthält ein Mobilitätsfenster derart, dass Studierende das zweite oder dritte Semester im Ausland absolvieren können.

Fachmodule der Kernqualifikation

Modul M0523: Betrieb & Management

Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Meyer
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte betriebswirtschaftliche Spezialgebiete innerhalb der Betriebswirtschaftslehre zu verorten. • Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Theorien, Kategorien und Modelle erklären. • Die Studierenden können technisches und betriebswirtschaftliches Wissen miteinander in Beziehung setzen. <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden. • Die Studierenden können für praktische Fragestellungen in betriebswirtschaftlichen Teilbereichen Entscheidungsvorschläge begründen.
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, in interdisziplinären Kleingruppen zu kommunizieren und gemeinsam Lösungen für komplexe Problemstellungen zu erarbeiten.
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, sich notwendiges Wissen durch Recherchen und Aufbereitungen von Material selbstständig zu erschließen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
Leistungspunkte	6

Lehrveranstaltungen

Die Informationen zu den Lehrveranstaltungen entnehmen Sie dem separat veröffentlichten Modulhandbuch des Moduls.

Modul M0524: Nichttechnische Angebote im Master

Modulverantwortlicher	Dagmar Richter
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

Fachkompetenz

Die Nichttechnischen Angebote (NTA)

vermittelt die in Hinblick auf das Ausbildungsprofil der TUHH nötigen Kompetenzen, die ingenieurwissenschaftliche Fachlehre fördern aber nicht abschließend behandeln kann: Eigenverantwortlichkeit, Selbstführung, Zusammenarbeit und fachliche wie personale Leitungsbefähigung der zukünftigen Ingenieurinnen und Ingenieure. Er setzt diese Ausbildungsziele in seiner **Lehrarchitektur**, den **Lehr-Lern-Arrangements**, den **Lehrbereichen** und durch Lehrangebote um, in denen sich Studierende wahlweise für **spezifische Kompetenzen** und ein **Kompetenzniveau** auf Bachelor- oder Masterebene qualifizieren können. Die Lehrangebote sind jeweils in einem Modulkatalog Nichttechnische Ergänzungskurse zusammengefasst.

Die Lehrarchitektur

besteht aus einem studiengangübergreifenden Pflichtstudienangebot. Durch dieses zentral konzipierte Lehrangebot wird die Profilierung der TUHH Ausbildung auch im nichttechnischen Bereich gewährleistet.

Die Lernarchitektur erfordert und übt eigenverantwortliche Bildungsplanung in Hinblick auf den individuellen Kompetenzaufbau ein und stellt dazu Orientierungswissen zu thematischen Schwerpunkten von Veranstaltungen bereit.

Das über den gesamten Studienverlauf begleitend studierbare Angebot kann ggf. in ein-zwei Semestern studiert werden. Angesichts der bekannten, individuellen Anpassungsprobleme beim Übergang von Schule zu Hochschule in den ersten Semestern und um individuell geplante Auslandsemester zu fördern, wird jedoch von einer Studienfixierung in konkreten Fachsemestern abgesehen.

Die Lehr-Lern-Arrangements

sehen für Studierende - nach B.Sc. und M.Sc. getrennt - ein semester- und fachübergreifendes voneinander Lernen vor. Der Umgang mit Interdisziplinarität und einer Vielfalt von Lernständen in Veranstaltungen wird eingeübt - und in spezifischen Veranstaltungen gezielt gefördert.

Die Lehrbereiche

basieren auf Forschungsergebnissen aus den wissenschaftlichen Disziplinen Kulturwissenschaften, Gesellschaftswissenschaften, Kunst, Geschichtswissenschaften, Kommunikationswissenschaften, Migrationswissenschaften, Nachhaltigkeitsforschung und aus der *Wissen* Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften. Über alle Studiengänge hinweg besteht im Bachelorbereich zusätzlich ab Wintersemester 2014/15 das Angebot, gezielt Betriebswirtschaftliches und Gründungswissen aufzubauen. Das Lehrangebot wird durch soft skill und Fremdsprachkurse ergänzt. Hier werden insbesondere kommunikative Kompetenzen z.B. für Outgoing Engineers gezielt gefördert.

Das Kompetenzniveau

der Veranstaltungen in den Modulen der nichttechnischen Ergänzungskurse unterscheidet sich in Hinblick auf das zugrunde gelegte

Ausbildungsziel: Diese Unterschiede spiegeln sich in den verwendeten Praxisbeispielen, in den - auf unterschiedliche berufliche Anwendungskontexte verweisende - Inhalten und im für M.Sc. stärker wissenschaftlich-theoretischen Abstraktionsniveau. Die Soft skills für Bachelor- und für Masterabsolventinnen/ Absolventen unterscheidet sich an Hand der im Berufsleben unterschiedlichen Positionen im Team und bei der Anleitung von Gruppen.

Fachkompetenz (Wissen)

Die Studierenden können

- ausgewähltes Spezialgebiete des jeweiligen nichttechnischen Bereiches erläutern,
- in den im Lehrbereich vertretenen Disziplinen grundlegende Theorien, Kategorien, Begrifflichkeiten, Modelle, Konzepte oder künstlerischen Techniken skizzieren,
- diese fremden Fachdisziplinen systematisch auf die eigene Disziplin beziehen, d.h. sowohl abgrenzen als auch Anschlüsse benennen,
- in Grundzügen skizzieren, inwiefern wissenschaftliche Disziplinen, Paradigmen, Modelle, Instrumente, Verfahrensweisen und Repräsentationsformen der Fachwissenschaften einer individuellen und soziokulturellen Interpretation und Historizität unterliegen,
- können Gegenstandsangemessen in einer Fremdsprache kommunizieren (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).

Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen

- grundlegende und teils auch spezielle Methoden der genannten Wissenschaftsdisziplinen anwenden.
- technische Phänomene, Modelle, Theorien usw. aus der Perspektive einer anderen, oben erwähnten Fachdisziplin befragen.
- einfache und teils auch fortgeschrittene Problemstellungen aus den behandelten Wissenschaftsdisziplinen erfolgreich bearbeiten,
- bei praktischen Fragestellungen in Kontexten, die den technischen Sach- und Fachbezug übersteigen, ihre Entscheidungen zu Organisations- und Anwendungsformen der Technik begründen.

Fertigkeiten

Personale Kompetenzen

Die Studierenden sind fähig ,

- in unterschiedlichem Ausmaß kooperativ zu lernen
- eigene Aufgabenstellungen in den o.g. Bereichen in adressatengerechter Weise in einer Partner- oder Gruppensituation zu präsentieren und zu analysieren,
- nichttechnische Fragestellungen einer Zuhörerschaft mit technischem Hintergrund verständlich darzustellen
- sich landessprachlich kompetent, kulturell angemessen und geschlechtersensibel auszudrücken (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist)

Sozialkompetenz

<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden sind in ausgewählten Bereichen in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die eigene Profession und Professionalität im Kontext der lebensweltlichen Anwendungsgebiete zu reflektieren, • sich selbst und die eigenen Lernprozesse zu organisieren, • Fragestellungen vor einem breiten Bildungshorizont zu reflektieren und verantwortlich zu entscheiden, • sich in Bezug auf ein nichttechnisches Sachthema mündlich oder schriftlich kompetent auszudrücken. • sich als unternehmerisches Subjekt zu organisieren, (sofern dies ein gewählter Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
Leistungspunkte	6

Lehrveranstaltungen

Die Informationen zu den Lehrveranstaltungen entnehmen Sie dem separat veröffentlichten Modulhandbuch des Moduls.

Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Nachrichtenübertragung (L0444)	Vorlesung	2	3
Digitale Nachrichtenübertragung (L0445)	Hörsaalübung	2	2
Praktikum Digitale Nachrichtenübertragung (L0646)	Laborpraktikum	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch
------------------------------	---------------------

Zulassungsvoraussetzungen	Keine
----------------------------------	-------

Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Mathematik 1-3 Signale und Systeme Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden
---------------------------------	--

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, moderne digitale Nachrichtenübertragungsverfahren zu verstehen, zu vergleichen und zu entwerfen. Sie sind vertraut mit den Eigenschaften linearer und nicht-linearer digitaler Modulationsverfahren. Sie können die Verzerrungen durch Übertragungskanäle beschreiben sowie Empfänger einschließlich Kanalschätzung und Entzerrung entwerfen und beurteilen. Sie kennen die Prinzipien der Single Carrier- und Multicarrier-Übertragung und die Grundlagen wichtiger Vielfachzugriffsverfahren.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ein digitales Nachrichtenübertragungsverfahren einschließlich Vielfachzugriff zu analysieren und zu entwerfen. Sie sind in der Lage, ein hinsichtlich Übertragungsrate, Bandbreitebedarf, Fehlerwahrscheinlichkeit und weiterer Signaleigenschaften geeignetes digitales Modulationsverfahren zu wählen. Sie können einen geeigneten Detektor einschließlich Kanalschätzung und Entzerrung entwerfen und dabei Eigenschaften suboptimaler Verfahren hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Aufwand berücksichtigen. Sie sind in der Lage, ein Single-Carrierverfahren oder ein Multicarrier-Verfahren zu dimensionieren und die Eigenschaften beider Ansätze gegeneinander abzuwägen.</p>
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können in fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbstständig zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben, Software-Tools, Clicker-System) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.</p>

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

Studienleistung	Verpflichtend	Prüfung	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	Keiner	Schriftliche Ausarbeitung	

Prüfung	Klausur
----------------	---------

Prüfungsdauer und -umfang	90 min
----------------------------------	--------

	Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften:
--	--

Zuordnung zu folgenden Curricula	Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Pflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht
---	--

Lehrveranstaltung L0444: Digitale Nachrichtenübertragung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Digitale Modulationsverfahren • Kohärente und nicht-kohärente Detektion • Kanalschätzung und Entzerrung • Single-Carrier- und Multicarrierübertragungsverfahren, Vielfachzugriffsverfahren (TDMA, FDMA, CDMA, OFDM)
Literatur	K. Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner P.A. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, Teubner. J.G. Proakis, M. Salehi: Digital Communications. McGraw-Hill. S. Haykin: Communication Systems. Wiley R.G. Gallager: Principles of Digital Communication. Cambridge A. Goldsmith: Wireless Communication. Cambridge. D. Tse, P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communication. Cambridge.

Lehrveranstaltung L0445: Digitale Nachrichtenübertragung	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0646: Praktikum Digitale Nachrichtenübertragung	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - DSL-Übertragung - Stochastische Prozesse - Digitale Datenübertragung
Literatur	<p>K. Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner</p> <p>P.A. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, Teubner.</p> <p>J.G. Proakis, M. Salehi: Digital Communications. McGraw-Hill.</p> <p>S. Haykin: Communication Systems. Wiley</p> <p>R.G. Gallager: Principles of Digital Communication. Cambridge</p> <p>A. Goldsmith: Wireless Communication. Cambridge.</p> <p>D. Tse, P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communication. Cambridge.</p>

Modul M0746: Microsystem Engineering

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Mikrosystemtechnik (L0680)	Vorlesung	2	4
Mikrosystemtechnik (L0682)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Manfred Kasper
------------------------------	----------------------

Zulassungsvoraussetzungen	None
----------------------------------	------

Empfohlene Vorkenntnisse	Basic courses in physics, mathematics and electric engineering
---------------------------------	--

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	
<i>Wissen</i>	The students know about the most important technologies and materials of MEMS as well as their applications in sensors and actuators.
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to analyze and describe the functional behaviour of MEMS components and to evaluate the potential of microsystems.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to solve specific problems alone or in a group and to present the results accordingly.
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to acquire particular knowledge using specialized literature and to integrate and associate this knowledge with other fields.

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

Studienleistung	Verpflichtend	Notus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein	10 %	Referat	

Prüfung	Klausur
----------------	---------

Prüfungsdauer und -umfang	zweistündig
----------------------------------	-------------

Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht</p> <p>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht</p> <p>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht</p> <p>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht</p> <p>Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht</p> <p>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht</p>
---	--

Lehrveranstaltung L0680: Microsystem Engineering	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Manfred Kasper
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Object and goal of MEMS</p> <p>Scaling Rules</p> <p>Lithography</p> <p>Film deposition</p> <p>Structuring and etching</p> <p>Energy conversion and force generation</p> <p>Electromagnetic Actuators</p> <p>Reluctance motors</p> <p>Piezoelectric actuators, bi-metal-actuator</p> <p>Transducer principles</p> <p>Signal detection and signal processing</p> <p>Mechanical and physical sensors</p> <p>Acceleration sensor, pressure sensor</p> <p>Sensor arrays</p> <p>System integration</p> <p>Yield, test and reliability</p>
Literatur	<p>M. Kasper: Mikrosystementwurf, Springer (2000)</p> <p>M. Madou: Fundamentals of Microfabrication, CRC Press (1997)</p>

Lehrveranstaltung L0682: Microsystem Engineering	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Manfred Kasper
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Examples of MEMS components</p> <p>Layout consideration</p> <p>Electric, thermal and mechanical behaviour</p> <p>Design aspects</p>
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Modul M0710: Hochfrequenztechnik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Hochfrequenztechnik (L0573)	Vorlesung	2	3
Hochfrequenztechnik (L0574)	Hörsaalübung	2	2
Hochfrequenztechnik (L0575)	Laborpraktikum	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Arne Jacob		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Nachrichtentechnik, Halbleiterelektronik und elektronischer Schaltungen, Grundkenntnisse der Wellenausbreitung aus den Vorlesungen Leitungstheorie und Theoretische Elektrotechnik.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierenden können Phänomene bei der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in unterschiedlichen Frequenzbändern erklären. Sie können Übertragungssysteme und die darin enthaltenen Komponenten beschreiben. Sie können einen Überblick über unterschiedliche Antennentypen geben und die grundlegenden Kenngrößen von Antennen beschreiben. Sie können das Rauschen von linearen Schaltungen erklären, Schaltungsvarianten anhand von Kenngrößen vergleichen und für unterschiedliche Situationen die jeweils am besten geeignete wählen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen zu berechnen. Sie können komplette Übertragungssysteme analysieren und einfache Empfängerschaltungen auslegen. Sie können die Eigenschaften und Kenngrößen von einfachen Antennen und Gruppenstrahlern anhand aus der Geometrie berechnen. Sie können das Rauschen von Empfängern und den Signal-zu-Rausch-Abstand von kompletten Übertragungssystemen berechnen. Die Studierenden können die erlernte Theorie in Praktikumsversuchen anwenden.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden führen während des Praktikums in Gruppen versuche durch. Sie dokumentieren, diskutieren und bewerten die Ergebnisse gemeinsam.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind fähig das erlernte Wissen mit ihren Vorkenntnissen aus anderen Vorlesungen zu verknüpfen. Sie können unter Anleitung für die Lösung spezifischer Probleme notwendige Daten aus externen Quellen, wie Normen oder Literatur, extrahieren und anwenden. Sie sind in der Lage eigenständig und mit Hilfe der Praktikumsdrucke ihr Wissen in die Praxis umzusetzen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische

	Studienleistung
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0573: Hochfrequenztechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Arne Jacob
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Antennen: Berechnungsgrundlagen - Kenngrößen - Verschiedene Antennenformen - Funkwellenausbreitung - Sender: Leistungserzeugung mit Röhren - Sendeverstärker - Empfänger: Vorverstärker - Überlagerungsempfang - Empfangsempfindlichkeit - Rauschen - Ausgewählte Systembeispiele
Literatur	<p>H.-G. Unger, „Elektromagnetische Theorie für die Hochfrequenztechnik, Teil I“, Hüthig, Heidelberg, 1988</p> <p>H.-G. Unger, „Hochfrequenztechnik in Funk und Radar“, Teubner, Stuttgart, 1994</p> <p>E. Voges, „Hochfrequenztechnik - Teil II: Leistungsröhren, Antennen und Funkübertragung, Funk- und Radartechnik“, Hüthig, Heidelberg, 1991</p> <p>E. Voges, „Hochfrequenztechnik“, Hüthig, Bonn, 2004</p> <p>C.A. Balanis, „Antenna Theory“, John Wiley and Sons, 1982</p> <p>R. E. Collin, „Foundations for Microwave Engineering“, McGraw-Hill, 1992</p> <p>D. M. Pozar, „Microwave and RF Design of Wireless Systems“, John Wiley and Sons, 2001</p> <p>D. M. Pozar, „Microwave Engineerin“, John Wiley and Sons, 2005</p>

Lehrveranstaltung L0574: Hochfrequenztechnik	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Arne Jacob
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0575: Hochfrequenztechnik	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Arne Jacob
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0846: Control Systems Theory and Design

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme (L0656)	Vorlesung	2	4
Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme (L0657)	Gruppenübung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Introduction to Control Systems
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain how linear dynamic systems are represented as state space models; they can interpret the system response to initial states or external excitation as trajectories in state space • They can explain the system properties controllability and observability, and their relationship to state feedback and state estimation, respectively • They can explain the significance of a minimal realisation • They can explain observer-based state feedback and how it can be used to achieve tracking and disturbance rejection • They can extend all of the above to multi-input multi-output systems • They can explain the z-transform and its relationship with the Laplace Transform • They can explain state space models and transfer function models of discrete-time systems • They can explain the experimental identification of ARX models of dynamic systems, and how the identification problem can be solved by solving a normal equation • They can explain how a state space model can be constructed from a discrete-time impulse response
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can transform transfer function models into state space models and vice versa • They can assess controllability and observability and construct minimal realisations • They can design LQG controllers for multivariable plants • They can carry out a controller design both in continuous-time and discrete-time domain, and decide which is appropriate for a given sampling rate • They can identify transfer function models and state space models of dynamic systems from experimental data • They can carry out all these tasks using standard software tools (Matlab Control Toolbox, System Identification Toolbox, Simulink)
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.
	Students can obtain information from provided sources (lecture notes, software documentation, experiment guides) and use it when solving given problems.
<i>Selbstständigkeit</i>	They can assess their knowledge in weekly on-line tests and thereby

	control their learning progress.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht</p>

Lehrveranstaltung L0656: Control Systems Theory and Design	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>State space methods (single-input single-output)</p> <ul style="list-style-type: none"> • State space models and transfer functions, state feedback • Coordinate basis, similarity transformations • Solutions of state equations, matrix exponentials, Caley-Hamilton Theorem • Controllability and pole placement • State estimation, observability, Kalman decomposition • Observer-based state feedback control, reference tracking • Transmission zeros • Optimal pole placement, symmetric root locus <p>Multi-input multi-output systems</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transfer function matrices, state space models of multivariable systems, Gilbert realization • Poles and zeros of multivariable systems, minimal realization • Closed-loop stability • Pole placement for multivariable systems, LQR design, Kalman filter <p>Digital Control</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discrete-time systems: difference equations and z-transform • Discrete-time state space models, sampled data systems, poles and zeros • Frequency response of sampled data systems, choice of sampling rate <p>System identification and model order reduction</p> <ul style="list-style-type: none"> • Least squares estimation, ARX models, persistent excitation • Identification of state space models, subspace identification • Balanced realization and model order reduction <p>Case study</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelling and multivariable control of a process evaporator using Matlab and Simulink <p>Software tools</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matlab/Simulink
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Werner, H., Lecture Notes „Control Systems Theory and Design“ • T. Kailath "Linear Systems", Prentice Hall, 1980 • K.J. Astrom, B. Wittenmark "Computer Controlled Systems" Prentice Hall, 1997 • L. Ljung "System Identification - Theory for the User", Prentice Hall, 1999

Lehrveranstaltung L0657: Control Systems Theory and Design	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1250: Elektrische Energiesysteme II: Betrieb und Informationssysteme elektrischer Energienetze			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Elektrische Energiesysteme II: Betrieb und Informationssysteme elektrischer Energienetze (L1696)	Vorlesung	2	4
Elektrische Energiesysteme II: Betrieb und Informationssysteme elektrischer Energienetze (L1697)	Hörsaalübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Becker		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Elektrotechnik, Elektrische Energiesysteme I, Mathematik I, II, III		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können Technologien und Informationssysteme der Betriebsführung konventioneller und moderner elektrischer Energieversorgungssysteme sowie Verfahren und Algorithmen der Rechner gestützten stationären Netzberechnung, der Fehlerrechnung, der Netzführung und Systemoptimierung detailliert erläutern und kritisch bewerten.		
<i>Wissen</i>			
Personale Kompetenzen	Mit Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, die erlernten Technologien und Verfahren zur Planung bzw. Analyse realer elektrischer Energiesysteme anzuwenden und die Ergebnisse kritisch zu bewerten.		
<i>Fertigkeiten</i>			
Sozialkompetenz	Die Studierenden können fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen führen, Ideen weiterentwickeln und ihre eigenen Arbeitsergebnisse vor anderen vertreten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die Schwerpunkte der Vorlesung erschließen und das darin enthaltene Wissen aneignen sowie im Rahmen weiterführender Forschungsaktivitäten nutzbar machen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	45 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L1696: Elektrische Energiesysteme II: Betrieb und Informationssysteme elektrischer Energienetze	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Becker
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Stationäre Modellierung elektrischer Energiesysteme <ul style="list-style-type: none"> ◦ konventionelle Komponenten ◦ leistungselektronische Netzregler (FACTS) und HGÜ ◦ Netzmodellierung • Netzbetrieb <ul style="list-style-type: none"> ◦ Prozess der elektrischen Energieversorgung ◦ Netz-/Systemführung ◦ Netzbereitstellung • Netzleittechnik und Netzleitsysteme <ul style="list-style-type: none"> ◦ Informations- und Kommunikationstechnik elektrischer Energiesysteme ◦ IT-Architekturen der Stations-, Feld- und Netzleitebene ◦ IT-Integration (Energiamarkt / Engpassmanagement / Asset Management) ◦ Entwicklungstrends in der Leittechnik ◦ Smart Grids • Funktionen und stationäre Berechnungen für den Netzbetrieb <ul style="list-style-type: none"> ◦ Lastflussberechnungsmethoden ◦ Sensitivitätsanalyse und Lastflussteuerung ◦ Sensitivitätsanalyse ◦ Betriebsoptimierung ◦ Symmetrische Kurzschlussberechnung ◦ Unsymmetrische Fehlerstromberechnung <ul style="list-style-type: none"> ▪ symmetrische Komponenten ▪ Berechnung unsymmetrischer Fehler ◦ Netzzustandsabschätzung
Literatur	E. Handschin: Elektrische Energieübertragungssysteme, Hüthig Verlag B. R. Oswald: Berechnung von Drehstromnetzen, Springer-Vieweg Verlag V. Crastan: Elektrische Energieversorgung Bd. 1 & 3, Springer Verlag E.-G. Tietze: Netzleittechnik Bd. 1 & 2, VDE-Verlag

Lehrveranstaltung L1697: Elektrische Energiesysteme II: Betrieb und Informationssysteme elektrischer Energienetze	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Becker
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0798: Technischer Ergänzungskurs für ETMS (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Becker		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Fertigkeiten</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Selbstständigkeit</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	12		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht		

Fachmodule der Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit

Modul M0643: Optoelectronics I - Wave Optics

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Optoelektronik I: Wellenoptik (L0359)	Vorlesung	2	3
Optoelektronik I: Wellenoptik (Übung) (L0361)	Gruppenübung	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Manfred Eich
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basics in electrodynamics, calculus
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<p>Students can explain the fundamental mathematical and physical relations of freely propagating optical waves. They can give an overview on wave optical phenomena such as diffraction, reflection and refraction, etc.</p> <p><i>Wissen</i> Students can describe waveoptics based components such as electrooptical modulators in an application oriented way.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students can generate models and derive mathematical descriptions in relation to free optical wave propagation. They can derive approximative solutions and judge factors influential on the components' performance.</p>
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Students can jointly solve subject related problems in groups. They can present their results effectively within the framework of the problem solving course.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are capable to extract relevant information from the provided references and to relate this information to the content of the lecture. They can reflect their acquired level of expertise with the help of lecture accompanying measures such as exam typical exam questions. Students are able to connect their knowledge with that acquired from other lectures.</p>
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Leistungspunkte	4
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	40 Minuten

Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht
---	---

Lehrveranstaltung L0359: Optoelectronics I: Wave Optics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Manfred Eich
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to optics • Electromagnetic theory of light • Interference • Coherence • Diffraction • Fourier optics • Polarisation and Crystal optics • Matrix formalism • Reflection and transmission • Complex refractive index • Dispersion • Modulation and switching of light
Literatur	Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley 2007 Hecht, E., Optics, Benjamin Cummings, 2001 Goodman, J.W. Statistical Optics, Wiley, 2000 Lauterborn, W., Kurz, T., Coherent Optics: Fundamentals and Applications, Springer, 2002

Lehrveranstaltung L0361: Optoelectronics I: Wave Optics (Problem Solving Course)	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Manfred Eich
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics
Literatur	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics

Modul M0645: Fibre and Integrated Optics

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Faseroptik und Integrierte Optik (L0363)	Vorlesung	2	3
Faseroptik und Integrierte Optik (Übung) (L0365)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Manfred Eich		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic principles of electrodynamics and optics		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Students can explain the fundamental mathematical and physical relations and technological basics of guided optical waves. They can describe integrated optical as well as fibre optical structures. They can give an overview on the applications of integrated optical components in optical signal processing.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Students can generate models and derive mathematical descriptions in relation to fibre optical and integrated optical wave propagation. They can derive approximative solutions and judge factors influential on the components' performance.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students can jointly solve subject related problems in groups. They can present their results effectively within the framework of the problem solving course.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are capable to extract relevant information from the provided references and to relate this information to the content of the lecture. They can reflect their acquired level of expertise with the help of lecture accompanying measures such as exam typical exam questions. Students are able to connect their knowledge with that acquired from other lectures.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	4		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	40 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0363: Fibre and Integrated Optics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Hagen Renner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Theory of optical waveguides • Coupling to and from waveguides • Losses • Linear and nonlinear dispersion • Components and technical applications
Literatur	Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley 2007 Hunsperger, R.G., Integrated Optics: Theory and Technology, Springer, 2002 Agrawal, G.P., Fiber-Optic Communication Systems, Wiley, 2002, ISBN 0471215716 Marcuse, D., Theory of Dielectric Optical Waveguides, Academic Press, 1991, ISBN 0124709516 Tamir, T. (ed), Guided-Wave Optoelectronics, Springer, 1990

Lehrveranstaltung L0365: Fibre and Integrated Optics (Problem Solving Course)	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Hagen Renner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	See lecture Fibre and Integrated Optics
Literatur	See lecture Fibre and Integrated Optics

Modul M1016: Optical Communications

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Optische Kommunikationstechnik (L0477)	Vorlesung	2	3
Optische Kommunikationstechnik (L0480)	Hörsaalübung	1	1
Modulverantwortlicher	Dr. Hagen Renner		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Fundamentals of Electrical Engineering, Communication Engineering, Electronics Components		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>The aim of this course is imparting profound knowledge and analytical skills in the following fields:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fundamentals of Optical Waveguiding - Properties of Optical Silica Fibers - Passive Components for Optical Communications - Fundamentals of Photodiodes and LEDs - Noise in Photodetectors - Laser Diodes - Optical Amplifiers - Nonlinearities in Optical Fibers - Optical Communication Systems 		
<i>Wissen</i>			
Fertigkeiten	Fundamental skills are imparted with respect to the modelling of basic optical communication systems and fundamental optical components as well as to estimating the influence of important causes of impairment.		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	In the excersises the autonomous aplication of the knowledge gained in the lecture to specific problems of Optical Communications will be trained.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	4		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	20 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0477: Optical Communication

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28

Dozenten	Prof. Manfred Eich
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Optical Communications</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optical waveguide fundamentals <ul style="list-style-type: none"> ◦ total internal reflection at plane dielectric interfaces ◦ slab waveguides ◦ rays in step-index and graded-index "multi-mode" fibers ◦ modes in optical fibers ◦ single-mode fibers ◦ fabrication of fibers • Properties of silica optical fiber relevant in communications <ul style="list-style-type: none"> ◦ attenuation by scattering and absorption ◦ dispersion and pulse broadening ◦ polarization mode dispersion • Passive fiber optical components <ul style="list-style-type: none"> ◦ excitation of fibers, splice/connector loss ◦ fiber optical directional couplers ◦ isolators, circulators, phased arrays, grating components • Photodiode and LED fundamentals <ul style="list-style-type: none"> ◦ pin-photodiodes: responsivity, response time, equivalent circuit ◦ avalanche photodiodes ◦ light emitting diodes: spectra, output power, modulation • Noise in photodetectors <ul style="list-style-type: none"> ◦ power spectral density of a train of randomly occurring events ◦ shot noise and thermal noise ◦ photodetector equivalent circuits with noise sources ◦ basic receiver considerations • Laserdiodes <ul style="list-style-type: none"> ◦ basic laser physics ◦ Fabry-Perot laser diodes ◦ rate equations and LD characteristics ◦ special laser diodes • Optical fiber amplifiers <ul style="list-style-type: none"> ◦ Erbium in silica fibers: energy levels, transitions, cross sections, amplification ◦ noise in optical amplifiers: spontaneous emission, ASE, noise figure, periodic amplification ◦ modelling of optical amplifiers ◦ examples and applications • Nonlinearities in optical fibers <ul style="list-style-type: none"> ◦ basic nonlinear effects ◦ solitons for high bit rate transmission: dispersion vs. self phase modulation • Optical fiber systems
Literatur	<p>[1] G.P. Agrawal, "Fiber-optic communication systems", Wiley-Interscience, 2002</p> <p>[2] J. Gowar: "Opical Communication Systems", Prentice Hall 199</p> <p>[3] I.P. Kaminov and L. Koch (ed.): "Optical Fiber Telecommunications", volume IIIA and IIIB, Academic Press, 1997</p> <p>[4] A. Yariv: "Optical Electronics", Sauders College Publishing, 1997</p> <p>[5] E.G. Neumann: "Single-Mode Fibers", Springer 1988</p>

[6]	H.G. Unger: "Optische Nachrichtentechnik", volume I and II, Hüthig 1992 (in German)
[7]	J.M. Senior: "Optical Fiber communications", Prentice Hall 2009
[8]	E. Voges and K. Petermann (ed.): "Optische Kommunikationstechnik", Springer 2002 (in German)

Lehrveranstaltung L0480: Optical Communication	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Manfred Eich
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0712: Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen I

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen I (L0580)	Vorlesung	3	4
Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen I (L0581)	Hörsaalübung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Arne Jacob
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Elektrotechnik IV, Hochfrequenztechnik, Grundlagen der Halbleitertechnik
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierenden können die Funktionsweise von Verstärker, Mischer und Oszillator detailliert erläutern. Sie können Theorien, Konzepte und sinnvolle Annahmen zur Beschreibung und Synthese dieser Bauelemente darstellen. Sie sind in der Lage, vertiefte Kenntnisse der Physik ausgewählter Hochfrequenz-Halbleiterbauelemente auf den Verstärker, den Mischer und den Oszillator anzuwenden. Sie können verschiedene Bauelemente hinsichtlich unterschiedlicher Parameter (wie z.B. Frequenzbereich, Leistung und Effizienz) gegenüberstellen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage einzuschätzen, welche prinzipiellen linearen und nichtlinearen Effekte in einer aktiven Schaltung der Hochfrequenztechnik auftauchen können, und können diese analysieren und bewerten. Sie können passive und aktive lineare Mikrowellenschaltungen mit modernen Software-Werkzeugen unter Berücksichtigung von Anwendungsanforderungen entwickeln.</p>
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren (z.B. während der CAD-Übungen).</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Elektrotechnik IV, Theoretische Elektrotechnik, Hochfrequenztechnik und Elektronische Bauelemente) verknüpfen. Sie sind fähig, Probleme und Lösungen im Bereich der Hochfrequenzbauelemente auf Englisch kommunizieren.</p>
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
	Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische

Zuordnung zu folgenden Curricula	Verträglichkeit: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht
---	--

Lehrveranstaltung L0580: Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen I	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Arne Jacob
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Verstärker: S-Parameter, Stabilität, Gewinndefinitionen, Gewöhnlicher Bipolartransistor und HBT, MESFET und HEMT; Schaltungsanwendungen, Nichtlineare Verzerrungen, Rauscharmer Vorverstärker, Leistungsverstärker - Mischer: Parametrische Rechnung; pn- und Schottky-Diode, FET; Schaltungsanwendungen, Konversionsgewinn und Rauschzahl - Oszillator: Anschwingverhalten, Großsignalarbeitspunkt, Stabilität; IMPATT-Diode, Gunn-Element, FET; Oszillator-Stabilisierung - Lineare Passive Schaltungen: Planare Mikrowellenschaltungen, Lambda-Viertel-Anpassung und Diskontinuitäten, Tiefpass- und Bandpassfilter-Synthese - Entwurf aktiver Schaltungen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - E. Voges, „Hochfrequenztechnik“, Hüthig (2004) - H.-G. Unger, W. Harth, „Hochfrequenz-Halbleiterelektronik“, S. Hirzel Verlag (1972) - S.M. Sze, „Physics of Semiconductor Devices“, John Wiley & Sons (1981) - A. Jacob, „Lecture Notes Microwave Semiconductor Devices and Circuits Part I“

Lehrveranstaltung L0581: Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen I	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Arne Jacob
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

M o d u l M0769: EMV I: Kopplungen, Gegenmaßnahmen und Prüfverfahren

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
EMV I: Kopplungen, Gegenmaßnahmen und Prüfverfahren (L0743)	Vorlesung	3	4
EMV I: Kopplungen, Gegenmaßnahmen und Prüfverfahren (L0744)	Gruppenübung	1	1
EMV I: Kopplungen, Gegenmaßnahmen und Prüfverfahren (L0745)	Laborpraktikum	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Christian Schuster
------------------------------	--------------------------

Zulassungsvoraussetzungen	Keine
----------------------------------	-------

Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Elektrotechnik
---------------------------------	-------------------------------

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<p>Die Studierenden können die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten, Zusammenhänge und Methoden der Elektromagnetischen Verträglichkeit elektrischer und elektronischer Systeme erklären und in den Kontext des störungsfreien Aufbaus und des Nachweises der Elektromagnetischen Verträglichkeit solcher Systeme setzen. Sie können die verschiedenen Störquellen und Koppelpfade klassifizieren und erläutern. Sie können passive Entstörkonzepte für Probleme der Elektromagnetischen Verträglichkeit vorschlagen und beschreiben. Sie können einen Überblick über messtechnische und numerische Methoden zur Sicherstellung der Elektromagnetischen Verträglichkeit in der elektrotechnischen Praxis geben.</p>
<i>Wissen</i>	
Fertigkeiten	<p>Die Studierenden können eine Reihe von Verfahren zur Modellbildung der Elektromagnetischen Verträglichkeit typischer elektrischer und elektronischer Systeme anwenden. Sie können einschätzen, welche prinzipiellen Effekte diese Modelle in Bezug auf die Elektromagnetische Verträglichkeit vorhersagen, können diese klassifizieren und quantitativ analysieren. Sie können Lösungsstrategien aus diesen Vorhersagen ableiten und für die Anwendung in der elektrotechnischen Praxis dimensionieren. Sie können verschiedene Lösungsstrategien gegeneinander abwägen.</p>
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise auf Englisch präsentieren, etwa während der praktischen Versuche und Übungen.</p>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Theoretischer Elektrotechnik und Nachrichtentechnik) verknüpfen. Sie können Probleme und Lösungen im Bereich der Elektromagnetischen Verträglichkeit auf Englisch kommunizieren.</p>

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	Keiner	Referat	

Prüfung	Mündliche Prüfung
----------------	-------------------

Prüfungsdauer und -umfang	45 min
----------------------------------	--------

	Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische
--	---

Zuordnung zu folgenden Curricula	Verträglichkeit: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht
---	---

Lehrveranstaltung L0743: EMV I: Kopplungen, Gegenmaßnahmen und Prüfverfahren	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) • Störquellen in Zeit- und Frequenzbereich • Kopplungsmechanismen • Leitungen und ihre Kopplung an elektromagnetische Felder • Schirmung • Filter • EMV-Prüfverfahren
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • C.R. Paul: "Introduction to Electromagnetic Compatibility", 2nd ed., (Wiley, New Jersey, 2006). • A.J. Schwab und W. Kürner: "Elektromagnetische Verträglichkeit", 6. Auflage, (Springer, Berlin 2010). • F.M. Tesche, M.V. Ianoz, and T. Karlsson: "EMC Analysis Methods and Computational Models", (Wiley, New York, 1997).

Lehrveranstaltung L0744: EMV I: Kopplungen, Gegenmaßnahmen und Prüfverfahren	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Die Übung dient der Vertiefung und Einübung der Vorlesungsinhalte.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • C.R. Paul: "Introduction to Electromagnetic Compatibility", 2nd ed., (Wiley, New Jersey, 2006). • A.J. Schwab und W. Kürner: "Elektromagnetische Verträglichkeit", 6. Auflage, (Springer, Berlin 2010). • F.M. Tesche, M.V. Ianoz, and T. Karlsson: "EMC Analysis Methods and Computational Models", (Wiley, New York, 1997). • Scientific articles and papers

Lehrveranstaltung L0745: EMV I: Kopplungen, Gegenmaßnahmen und Prüfverfahren	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Mit Hilfe von Laborversuchen werden die folgenden Themenfelder der EMV praktisch untersucht:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schirmung • Leitungsgeführte EMV-Prüfverfahren • Die GTEM-Zelle als feldgebundene Prüfumgebung
Literatur	Versuchsbeschreibungen und zugehörige Literatur werden innerhalb der Veranstaltung bereit gestellt.

Modul M0781: EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme (L0770)	Vorlesung	3	4
EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme (L0771)	Gruppenübung	1	1
EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme (L0774)	Laborpraktikum	1	1

Modulverantwortlicher Prof. Christian Schuster

Zulassungsvoraussetzungen Keine

Empfohlene Vorkenntnisse Grundlagen der Elektrotechnik

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

Fachkompetenz	<p>Die Studierenden können die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten, Zusammenhänge und Methoden der Signalintegrität und der Güte der Spannungsversorgung (Powerintegrität) elektronischer Systeme erklären und in den Kontext des störungsfreien Aufbaus bzw. der elektromagnetischen Verträglichkeit solcher Systeme setzen. Sie können das prinzipielle Verhalten von Signalen und Spannungsversorgung vor dem Hintergrund der typischen Aufbau- und Verbindungstechnik erläutern. Sie können Lösungsstrategien für Probleme der Signal- und Powerintegrität vorschlagen und beschreiben. Sie können einen Überblick über messtechnische und numerische Methoden zur Charakterisierung der Signal- und Powerintegrität in der elektrotechnischen Praxis geben.</p>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden können eine Reihe von Verfahren zur Modellbildung zur Beschreibung des elektromagnetischen Verhaltens typischer Aufbau- und Verbindungstechnik elektronischer Systeme anwenden. Sie können einschätzen, welche prinzipiellen Effekte diese Modelle in Bezug auf die Signal- und Powerintegrität vorhersagen, können diese klassifizieren und quantitativ analysieren. Sie können Lösungsstrategien aus diesen Vorhersagen ableiten und für die Anwendung in der elektrotechnischen Praxis dimensionieren. Sie können verschiedene Lösungsstrategien gegeneinander abwägen.</p>
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise auf Englisch präsentieren (z.B. während der CAD-Übungen).</p>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Theoretischer Elektrotechnik, Nachrichtentechnik und Halbleiterschaltungstechnik) verknüpfen. Sie können Probleme und Lösungen im Bereich der Signal- und</p>

	Powerintegrität der Aufbau- und Verbindungstechnik auf Englisch kommunizieren.								
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70								
Leistungspunkte	6								
Studienleistung	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Verpflichtend</th> <th>Art der Studienleistung</th> <th>Bonus</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ja</td> <td>Keiner</td> <td></td> <td>Referat</td> </tr> </tbody> </table>	Verpflichtend	Art der Studienleistung	Bonus	Beschreibung	Ja	Keiner		Referat
Verpflichtend	Art der Studienleistung	Bonus	Beschreibung						
Ja	Keiner		Referat						
Prüfung	Mündliche Prüfung								
Prüfungsdauer und -umfang	45 min								
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht</p>								

Lehrveranstaltung L0770: EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Die Rolle von Packages und Interconnects in elektronischen Systemen - Komponenten der Aufbau- und Verbindungstechnik elektronischer Systeme - Hauptziele und Konzepte der Signal- und Powerintegrität elektronischer Systeme - Wiederholung relevanter Konzepte der elektromagnetischen Feldtheorie - Eigenschaften digitaler Signale und Systeme - Entwurf und Charakterisierung der Signalintegrität - Entwurf und Charakterisierung der Spannungsversorgung - Techniken und Geräte zur Messung in Zeit- und Frequenzbereich - CAD-Werkzeuge für elektrische Analyse und Entwurf von Packages und Interconnects - Bezug zur gesamten elektromagnetischen Verträglichkeit von elektronischen Systemen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - J. Franz, "EMV: Störungssicherer Aufbau elektronischer Schaltungen", Springer (2012) - R. Tummala, "Fundamentals of Microsystems Packaging", McGraw-Hill (2001) - S. Ramo, J. Whinnery, T. Van Duzer, "Fields and Waves in Communication Electronics", Wiley (1994) - S. Thierauf, "Understanding Signal Integrity", Artech House (2010) - M. Swaminathan, A. Engin, "Power Integrity Modeling and Design for Semiconductors and Systems", Prentice-Hall (2007)

Lehrveranstaltung L0771: EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0774: EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Die Rolle von Packages und Interconnects in elektronischen Systemen - Komponenten der Aufbau- und Verbindungstechnik elektronischer Systeme - Hauptziele und Konzepte der Signal- und Powerintegrität elektronischer Systeme - Wiederholung relevanter Konzepte der elektromagnetischen Feldtheorie - Eigenschaften digitaler Signale und Systeme - Entwurf und Charakterisierung der Signalintegrität - Entwurf und Charakterisierung der Spannungsversorgung - Techniken und Geräte zur Messung in Zeit- und Frequenzbereich - CAD-Werkzeuge für elektrische Analyse und Entwurf von Packages und Interconnects - Bezug zur gesamten elektromagnetischen Verträglichkeit von elektronischen Systemen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - J. Franz, "EMV: Störungssicherer Aufbau elektronischer Schaltungen", Springer (2012) - R. Tummala, "Fundamentals of Microsystems Packaging", McGraw-Hill (2001) - S. Ramo, J. Whinnery, T. Van Duzer, "Fields and Waves in Communication Electronics", Wiley (1994) - S. Thierauf, "Understanding Signal Integrity", Artech House (2010) - M. Swaminathan, A. Engin, "Power Integrity Modeling and Design for Semiconductors and Systems", Prentice-Hall (2007)

Modul M0788: Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen II

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen II (L0788)	Vorlesung	1	1
Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen II (L0789)	Hörsaalübung	1	1
Praktikum Mikrowellenschaltungsentwurf (L0790)	Laborpraktikum	4	4

Modulverantwortlicher	Prof. Arne Jacob
------------------------------	------------------

Zulassungsvoraussetzungen	Keine
----------------------------------	-------

Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Halbleitertechnik, Hochfrequenztechnik, Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen I
---------------------------------	---

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<p>Die Studierenden können die Funktionsweise des Frequenzvervielfachers detailliert erläutern. Sie können Theorien und Konzepte und sinnvolle Annahmen zur Beschreibung und Synthese darstellen. Sie sind in der Lage, vertiefte Kenntnisse der Physik ausgewählter Hochfrequenz-Halbleiterbauelemente auf den Frequenzvervielfacher anzuwenden. Sie können verschiedene Bauelemente hinsichtlich unterschiedlicher Parameter (wie z.B. Frequenzbereich, Leistung und Effizienz) gegenüberstellen. Sie sind fähig, Hochfrequenzmessmethoden zu beschreiben.</p>
<i>Wissen</i>	
Personale Kompetenzen	<p>Die Studierenden sind in der Lage einzuschätzen, welche prinzipiellen Effekte in einer aktiven Schaltung der Hochfrequenztechnik auftauchen können, und können diese analysieren und bewerten. Sie können lineare und nichtlineare Mikrowellenschaltungen mit modernen Software-Werkzeugen unter Berücksichtigung von Fertigungsmöglichkeiten und Anwendungsanforderungen entwickeln und praktisch aufbauen. Sie sind in der Lage, die zur Analyse geeignete Messtechnik auszuwählen und anzuwenden.</p>
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	<p>Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise vor Fachpersonen präsentieren und vertreten (im Rahmen des Mikrowellenschaltungsentwurfs). Sie sind fähig, ihren Beitrag zu dem Gesamtprojekt (Satellitenempfänger) einzuschätzen und zu reflektieren. Sie sind zum Austausch zwischen Fachgruppen und mit einem Betreuer in der Lage, wobei sie mit Rückmeldungen zu ihren Leistungen konstruktiv umgehen.</p>
<i>Sozialkompetenz</i>	
Personale Kompetenzen	<p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie sind fähig, Theorien aus Vorlesungen eigenständig in die Praxis zu übertragen. Sie können ihre Fähigkeiten und die Ergebnisse ihrer Arbeit einschätzen und bewerten und die Notwendigkeit von Unterstützung erkennen.</p>
<i>Selbstständigkeit</i>	

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
----------------------------------	------------------------------------

Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Ja	Bonus Keiner	Art der Studienleistung Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0788: Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen II	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Arne Jacob
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Frequenzvervielfacher: Harmonische Balance, Rauschen in nichtlinearen Schaltungen; Speicherdiode, FET; Schaltungssynthese, Großsignal-, Rausch- und Stabilitätsanalyse - Rauscharmer Verstärker im Schaltungsentwurf: Stabilität und Stabilitätskreise, Gewinn und Gewinnkreise, Rauschen, Rauschzahl und Rauschzahlkreise - Mischer, Oszillator: Messtechnik (Netzwerkanalysator, Spektrumanalysator, Frequenzgenerator)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - E. Voges, „Hochfrequenztechnik“, Hüthig (2004) - H.-G. Unger, W. Harth, „Hochfrequenz-Halbleiterelektronik“, S. Hirzel Verlag (1972) - S.M. Sze, "Physics of Semiconductor Devices", John Wiley & Sons (1981) - A. Jacob, "Lecture Notes Microwave Semiconductor Devices and Circuits Part II"

Lehrveranstaltung L0789: Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen II	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Arne Jacob
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0790: Praktikum Mikrowellenschaltungsentwurf	
Typ	Laborpraktikum
SWS	4
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Arne Jacob
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	- Satellitenempfänger im X-Band (Rauscharmer Verstärker, Mischer, Oszillator): Entwurf, Aufbau und Charakterisierung der Empfängerkomponenten und des Systems
Literatur	- A. Jacob, "Microwave Circuit Design Laboratory Guide"

Modul M0644: Optoelectronics II - Quantum Optics			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Optoelektronik II: Quantenoptik (L0360)	Vorlesung	2	3
Optoelektronik II: Quantenoptik (Übung) (L0362)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Manfred Eich		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic principles of electrodynamics, optics and quantum mechanics		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Students can explain the fundamental mathematical and physical relations of quantum optical phenomena such as absorption, stimulated and spontaneous emission. They can describe material properties as well as technical solutions. They can give an overview on quantum optical components in technical applications.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Students can generate models and derive mathematical descriptions in relation to quantum optical phenomena and processes. They can derive approximative solutions and judge factors influential on the components' performance.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students can jointly solve subject related problems in groups. They can present their results effectively within the framework of the problem solving course.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are capable to extract relevant information from the provided references and to relate this information to the content of the lecture. They can reflect their acquired level of expertise with the help of lecture accompanying measures such as exam typical exam questions. Students are able to connect their knowledge with that acquired from other lectures.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	4		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	40 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht</p> <p>Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht</p>		

Lehrveranstaltung L0360: Optoelectronics II: Quantum Optics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Manfred Eich
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Generation of light • Photons • Thermal and nonthermal light • Laser amplifier • Noise • Optical resonators • Spectral properties of laser light • CW-lasers (gas, solid state, semiconductor) • Pulsed lasers
Literatur	<p>Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley 2007 Demtröder, W., Laser Spectroscopy: Basic Concepts and Instrumentation, Springer, 2002 Kasap, S.O., Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices, Prentice Hall, 2001 Yariv, A., Quantum Electronics, Wiley, 1988 Wilson, J., Hawkes, J., Optoelectronics: An Introduction, Prentice Hall, 1997, ISBN: 013103961X Siegman, A.E., Lasers, University Science Books, 1986</p>

Lehrveranstaltung L0362: Optoelectronics II: Quantum Optics (Problem Solving Course)	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Manfred Eich
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics
Literatur	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics

Modul M1524: Forschungsprojekt und Seminar in HF-Technik, Optik und Elektromagnetischer Verträglichkeit

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Dozenten des SD E		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Fortgeschrittener Kenntnisstand im Master-Studium Elektrotechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierenden kennen aktuelle Forschungsprojekte der Institute in d e r Vertiefungsrichtung. Sie können die grundlegenden wissenschaftlichen Methoden nennen, mit denen an diesen gearbeitet wird. Sie können weiterhinim Diskurs einschlägige Fachbegriffe verwenden und Forschungsthemen erläutern.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ein eigenständiges Teilprojekt in aktuell laufenden Forschungsprojekten der Institute in der Vertiefungsrichtung durchzuführen. Studierende können ihre Vorgehensweise zur Lösung einer Aufgabe begründen, aus den gewonnen Ergebnissen Schlussfolgerungen ziehen und wenn nötig neue Arbeitsmethoden finden. Studierende sind in der Lage, alternative Lösungskonzepte mit dem gewählten Ansatz bzgl. vorgegebener Kriterien zu vergleichen und zu beurteilen.</p> <p><i>Personale Kompetenzen</i></p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können sich ein für sie neues Thema inhaltlich erschießen. Sie verknüpfen dazu die Inhalte ihres bisherigen Studiums mit dem vorgegebenen Thema und schließen Wissenslücken durch Fachgespräche mit wissenschaftlichen Mitarbeitern und eigene Recherchen (z.B. im Internet oder in Fachliteratur). Sie können wissenschaftliche Veröffentlichungen zusammenfassen und präsentieren.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, mit Mitarbeitern der betreuenden Institute fachlich den Fortschritt der Arbeit zu diskutieren und ihre Endergebnisse adressatengerecht zu präsentieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden können in Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Mitarbeitern aktuelle Themen aus der Forschung erarbeiten, diskutieren und reflektieren. Sie können Zusammenfassungen derselben in englischer Sprache vor einem Fachpublikum präsentieren und erläutern.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, anhand der im bisherigen Studium erworbenen Kompetenzen sich selbstständig aus aktuellen Forschungsprojekten sinnvolle Aufgaben zu definieren, dazu notwendiges Wissen zu erschließen sowie geeignete Lösungsmethoden auszuwählen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext des Seminars zu setzen. Sie erschließen sich eigenständig weitere Quellen im Internet. Sie können inhaltlich einen Bezug zu ihrer gewählten Vertiefungsrichtung herstellen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	12		

Studienleistung	Keine
Prüfung	Studienarbeit
Prüfungsdauer und -umfang	gem. ASPO
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Pflicht

Modul M1614: Optics for Engineers				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Optik für Ingenieure (L2437)		Vorlesung	2	2
Optik für Ingenieure (L2438)		Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Thorsten Kern			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	- Basics of physics			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	Teaching subject ist the design of simple optical systems for illumination and imaging optics			
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Basic values for optical systems and lighting technology • Spectrum, black-bodies, color-perception • Light-Sources und their characterization • Photometrics • Ray-Optics • Matrix-Optics • Stops, Pupils and Windows • Light-field Technology • Introduction to Wave-Optics • Introduction to Holography 			
<i>Fertigkeiten</i>	Understandings of optics as part of light and electromagnetic spectrum. Design rules, approach to designing optics			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>				
<i>Selbstständigkeit</i>				
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56			
Leistungspunkte	4			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Mündliche Prüfung			
Prüfungsdauer und -umfang	20 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L2437: Optics for Engineers	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thorsten Kern
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Basic values for optical systems and lighting technology • Spectrum, black-bodies, color-perception • Light-Sources und their characterization • Photometrics • Ray-Optics • Matrix-Optics • Stops, Pupils and Windows • Light-field Technology • Introduction to Wave-Optics • Introduction to Holography
Literatur	

Lehrveranstaltung L2438: Optics for Engineers	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thorsten Kern
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0548: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen (L0371)	Vorlesung	3	5
Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen (L0373)	Gruppenübung	2	1

Modulverantwortlicher	Prof. Christian Schuster
------------------------------	--------------------------

Zulassungsvoraussetzungen	Keine
----------------------------------	-------

Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Physik
---------------------------------	-----------------------

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	Die Studierenden können die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten, Zusammenhänge und Methoden der Bioelektromagnetik, d.h. der Beschreibung und Anwendung des Verhaltens elektromagnetischer Felder in biologischer Materie, erklären. Sie können die wesentlichen physikalischen Abläufe erläutern und nach Wellenlänge bzw. Frequenz der Felder einordnen. Sie können einen Überblick über messtechnische und numerische Methoden zur Charakterisierung elektromagnetischer Felder in der Praxis geben. Sie können therapeutische und diagnostische Anwendungen elektromagnetischer Felder in der Medizintechnik benennen.
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können eine Reihe von Verfahren zur Beschreibung des Verhaltens elektromagnetischer Felder in biologischer Materie anwenden. Dafür können Sie auf elementare Lösungen der Maxwell'schen Gleichungen Bezug nehmen und diese sinnvoll einsetzen. Sie können einschätzen, welche prinzipiellen Effekte diese Modelle in Bezug auf biologische Materie vorhersagen, können diese nach Wellenlänge bzw. Frequenz klassifizieren und quantitativ analysieren. Sie können Validierungsstrategien für ihre Vorhersagen entwickeln. Sie können Effekte elektromagnetischer Felder für therapeutische und diagnostische Anwendungen gegeneinander abwägen und auswählen.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise auf Englisch präsentieren (z.B. während Kleingruppenübungen).
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, Informationen aus einschlägigen Fachpublikationen zu gewinnen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Theoretischer Elektrotechnik, Grundlagen der Elektrotechnik oder Physik) zu verknüpfen. Sie können Probleme und Effekte im Bereich der Bioelektromagnetik auf Englisch kommunizieren.

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

Studienleistung	Verpflichtendes Art der Studienleistung Beschreibung
------------------------	---

	Ja	10 %	Referat
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	45 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0371: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlegende Eigenschaften elektromagnetischer Felder (Phänomene) - Mathematische Beschreibung elektromagnetischer Felder (Maxwell-Gleichungen) - Elektromagnetische Eigenschaften biologischer Materie - Prinzipien der Energieabsorption in biologischer Materie, Dosimetrie - Numerische Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder (v.a. FDTD) - Messtechnische Methoden zur Bestimmung elektromagnetischer Felder - Verhalten elektromagnetischer Felder niedriger Frequenz in biologischer Materie - Verhalten elektromagnetischer Felder mittlerer Frequenz in biologischer Materie - Verhalten elektromagnetischer Felder hoher Frequenz in biologischer Materie - Verhalten elektromagnetischer Felder sehr hoher Frequenz in biologischer Materie - Diagnostische Anwendungen elektromagnetischer Felder in der Medizin - Therapeutische Anwendungen elektromagnetischer Felder in der Medizin - Der menschliche Körper als Generator elektromagnetischer Felder
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - C. Furse, D. Christensen, C. Durney, "Basic Introduction to Bioelectromagnetics", CRC (2009) - A. Vorst, A. Rosen, Y. Kotsuka, "RF/Microwave Interaction with Biological Tissues", Wiley (2006) - S. Grimnes, O. Martinsen, "Bioelectricity and Bioimpedance Basics", Academic Press (2008) - F. Barnes, B. Greenebaum, "Bioengineering and Biophysical Aspects of Electromagnetic Fields", CRC (2006)

Lehrveranstaltung L0373: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung Medizintechnik

Die Vertiefungsrichtung „Medizintechnik“ bietet Studierenden die Möglichkeit, einen interdisziplinären Schwerpunkt in Ihrem Studium zu wählen. Einerseits vertiefen eine Reihe technischer Module das grundlegende Verständnis moderner Medizintechnik, insbesondere mit Bezug zu elektrotechnischen Grundlagen. Andererseits geben Module zu medizinischen Themen einen Einblick in klinische Fragestellungen, Rahmenbedingungen und Terminologie. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Methoden, Algorithmen und Systeme im Kontext klinischer Einsatzszenarien zu entwerfen, zu implementieren sowie systematisch zu evaluieren. Dabei können Sie bei der Bewertung unterschiedlicher Ansätze auf Kenntnisse des komplexen Systems „Patient“ zurückgreifen. Durch die so gewonnenen Kompetenzen an der Schnittstelle der Elektrotechnik zur Medizin sind die Studierenden auf die Übernahme von Aufgaben in Industrie und Forschung vorbereitet.

Modul M0630: Robotics and Navigation in Medicine				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Robotik und Navigation in der Medizin (L0335)		Vorlesung	2	3
Robotik und Navigation in der Medizin (L0338)		Projektseminar	2	2
Robotik und Navigation in der Medizin (L0336)		Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Schlaefer			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • principles of math (algebra, analysis/calculus) • principles of programming, e.g., in Java or C++ • solid R or Matlab skills 			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<p>The students can explain kinematics and tracking systems in clinical contexts and illustrate systems and their components in detail. Systems can be evaluated with respect to collision detection and safety and regulations. Students can assess typical systems regarding design and limitations.</p>			
<i>Wissen</i>				
Fertigkeiten	<p>The students are able to design and evaluate navigation systems and robotic systems for medical applications.</p>			
<i>Fertigkeiten</i>				
Personale Kompetenzen	<p>The students discuss the results of other groups, provide helpful feedback and can incorporate feedback into their work.</p>			
<i>Sozialkompetenz</i>				
Selbstständigkeit	<p>The students can reflect their knowledge and document the results of their work. They can present the results in an appropriate manner.</p>			
<i>Selbstständigkeit</i>				
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend	Anteil	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	10 %	Schriftliche Ausarbeitung	
	Ja	10 %	Referat	

Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht</p>

Lehrveranstaltung L0335: Robotics and Navigation in Medicine	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - kinematics - calibration - tracking systems - navigation and image guidance - motion compensation <p>The seminar extends and complements the contents of the lecture with respect to recent research results.</p>
Literatur	<p>Spong et al.: Robot Modeling and Control, 2005 Troccaz: Medical Robotics, 2012 Further literature will be given in the lecture.</p>

Lehrveranstaltung L0338: Robotics and Navigation in Medicine	
Typ	Projektseminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0336: Robotics and Navigation in Medicine	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0635: Medizintechnik Projekt				
Lehrveranstaltungen				
Titel	Typ	SWS	LP	
Medizintechnik Projekt (L1096)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	6	6	
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Schlaefer			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	gute Programmierkenntnisse in Java / C++ Kenntnisse in R/Matlab Kenntnisse in Bildverarbeitung Grundlagen Mathematik (Algebra, Analysis) Grundlagen Stochastik			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<p>Die Studierenden können die Komplexität medizintechnischer Systeme erklären und die Eignung der betrachteten Methoden begründen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage medizintechnische Problemstellungen zu analysieren und selbstständig Lösungen zu erarbeiten.</p> <p>Die Studierenden können in Gruppen Projektziele konzipieren und den Projektablauf organisieren. Sie können Ihre Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren.</p> <p>Die Studierenden verantworten selbstständig eine Teilaufgabe innerhalb der Projektgruppe und können die Bearbeitung ihrer Aufgaben mit anderen Gruppenmitgliedern koordinieren. Sie liefern termingerecht Ihre Arbeiten ab. Sie können sich selbstständig zusätzliches Wissen durch Literaturrecherche erschließen.</p>			
<i>Wissen</i>				
<i>Fertigkeiten</i>				
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>				
<i>Selbstständigkeit</i>				
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend	Schluss	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	Keiner	Gruppendiskussion	
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung			
Prüfungsdauer und -umfang	ca. 8 Seiten, Bearbeitungszeit: semesterbegleitend			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L1096: Medizintechnik Projekt	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	6
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Das Projektthema wird gemeinsam im Rahmen der Veranstaltung ausgewählt.
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

Modul M1280: MED II: Einführung in die Physiologie

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Einführung in die Physiology (L0385)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Dr. Roger Zimmermann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine. Das Modul deckt fachspezifische Lehrinhalte des Mediziningenieurwesens ab und erlaubt Studenten, die nicht Mediziningenieurwesen im Bachelor vertieft haben, den Master Mediziningenieurwesen zu belegen.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Physiologische Zusammenhänge in ausgewählten Kernfeldern von Muskel-, Herz/Kreislauf- sowie Neuro- & Sinnesphysiologie darstellen. • Grundzüge des Energiestoffwechsels beschreiben; 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können die Wirkprinzipien grundlegender Körperfunktionen (Sinnesleistungen, Informationsweiterleitung und Verarbeitung, Kraftentwicklung und Vitalfunktionen) darstellen und sie in Relation zu ähnlichen technischen Systemen setzen.		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können Diskussionen in Forschung und Medizin auf fachlicher Ebene führen.		
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in Kleingruppen Probleme im Bereich physiologischer Fragestellungen analysieren und messtechnische Lösungen finden.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können Fragen zu Themengebieten der Vorlesung oder weitergehende physiologische Themen eigenständig aus der Fachliteratur erarbeiten.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht Data Science: Vertiefung Medizin: Pflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mediziningenieurwesen: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mediziningenieurwesen: Wahlpflicht Maschinenbau: Vertiefung Biomechanik: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik:		

	Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht
--	--

Lehrveranstaltung L0385: Einführung in die Physiology	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Gerhard Engler, Dr. Gerhard Engler
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Beginnend bei den Mechanismen zur elektrischen oder biochemischen Übertragung von Information wird eingegangen auf die Funktion von Rezeptoren für die verschiedenen Sinneseindrücke sowie der spezifischen Weiterleitung und Verarbeitung dieser afferenten Reize. Efferente Signale steuern den Körper in einer sich dynamisch verändernden Umgebung: Dazu werden Informationen aus dem körpereigenen System der Selbstwahrnehmung mit aktuellen afferenten Reizen verbunden um über Gehirn und Rückenmark gezielt Kraft auf die betreffenden Muskeln zu dosieren. Der unmittelbar zur Erhaltung dieser Funktionen notwendige Stoffwechsel wird durch das System: Herz, Lunge und Blutgefäße bereitgestellt. Auch dieses System paßt sich an wechselnden Bedarf bzw. sich ändernde Lastverhältnisse anhand biochemisch und bioelektrisch gesteuerter Regelmechanismen an. Neben den physiologischen Grundlagen wird anhand von Beispielen auch das Versagen dieser Systeme im Falle von Erkrankungen mit einigen typischen Erscheinungsbildern dargestellt.
Literatur	Taschenatlas der Physiologie, Silbernagl Despopoulos, ISBN 978-3-135-67707-1, Thieme Repetitorium Physiologie, Speckmann, ISBN 978-3-437-42321-5, Elsevier

Modul M0845: Regelungstechnische Methoden für die Medizintechnik

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Regelungstechnische Methoden für die Medizintechnik (L0664)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Johannes Kreuzer		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Regelungstechnik, Grundlagen der Physiologie		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Die Vorlesung versucht das spannende Gebiet der Medizintechnik ingenieurtechnisch aufzuarbeiten und dem Ingenieur Grundlagenkenntnisse der Physiologie sowie das Verständnis für die Komplexität des menschlichen Körpers zu vermitteln.</p> <p>Es soll eine Einführung in körpereigene Regulationsalgorithmen gegeben und das Potential insbesondere der Automatisierungs- und Regelungstechnik für die Medizintechnik angedeutet werden.</p> <p>Anwendung der Modellbildung, Identifikation, Regelungstechnik auf dem Gebiet der Medizintechnik.</p>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	<p>Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Regelungstechnik, Physiologie) verknüpfen.</p>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	20 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Pflicht</p>		

Lehrveranstaltung L0664: Regelungstechnische Methoden für die Medizintechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Johannes Kreuzer, Christian Neuhaus
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Immer aus dem Blickwinkel des Ingenieurs betrachtet, gliedert sich die Vorlesung wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung in die Thematik • Grundlagen der physiologischen Modellbildung • Einführung in die Atmung und Beatmung • Physiologie und Pathologie in die Kardiologie • Einführung in die Regelung des Blutzuckers • Funktion der Niere und Nierenersatztherapie • Darstellung der Regelungstechnik am konkreten Beatmungsgerät • Exkursion zu einem Medizintechnik-Unternehmen <p>Es werden Techniken der Modellierung, Simulation und Reglerentwicklung besprochen. Bei den Modellen werden einfache Ersatzschaltbilder für physiologische Abläufe hergeleitet und erklärt wie damit Sensoren, Regler und Aktoren gesteuert werden. MATLAB und SIMULINK sind die eingesetzten Entwicklungswerkzeuge.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Leonhardt, S., & Walter, M. (2016). Medizintechnische Systeme. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg. • Werner, J. (2005). Kooperative und autonome Systeme der Medizintechnik. München: Oldenbourg. • Oczenski, W. (2017). Atmen : Atemhilfen ; Atemphysiologie und Beatmungstechnik: Georg Thieme Verlag KG.

Modul M1277: MED I: Einführung in die Anatomie			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Einführung in die Anatomie (L0384)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Udo Schumacher		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können grundlegende Struktur und Funktion der inneren Organe und des Bewegungsapparates beschreiben. Sie können die Grundlagen der Makroskopie und der Mikroskopie dieser Systeme darstellen.		
<i>Wissen</i>			
Fertigkeiten	Die Studierenden können die Bedeutung anatomischer Gegebenheiten für ein Krankheitsgeschehen erkennen; sowie die Bedeutung von Struktur und Funktion bei einigen Volkskrankheiten erläutern.		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können aktuelle Diskussionen in Forschung und Medizin auf fachlicher Ebene verfolgen.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können in diesem Bereich eine fachliche Konversation führen und sich das dafür benötigte Wissen selbstständig erarbeiten.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht Data Science: Vertiefung Medizin: Pflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht Maschinenbau: Vertiefung Biomechanik: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0384: Einführung in die Anatomie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Lange
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Allgemeine Anatomie</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Woche: Die eukaryote Zelle 2. Woche: Die Gewebe 3. Woche: Zellteilung, Grundzüge der Entwicklung 4. Woche: Bewegungsapparat 5. Woche: Herz-Kreislaufsystem 6. Woche: Atmungssystem 7. Woche: Harnorgane, Geschlechtsorgane 8. Woche: Immunsystem 9. Woche: Verdauungsapparat I 10. Woche: Verdauungsapparat II 11. Woche: Endokrines System 12. Woche: Nervensystem 13. Woche: Abschlussprüfung
Literatur	Adolf Faller/Michael Schünke, Der Körper des Menschen, 17. Auflage, Thieme Verlag Stuttgart, 2016

Modul M0811: Bildgebende Systeme in der Medizin

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Bildgebende Systeme in der Medizin (L0819)	Vorlesung	4	6
Modulverantwortlicher	Dr. Michael Grass		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> • den Systemaufbau sowie die Systemkomponenten der wesentlichen klinischen bildgebenden Systeme beschreiben; • die Funktionsweise der Systemkomponenten und des Gesamtsystems der bildgebenden Systeme erklären; • die physikalischen Prozesse, die eine Bildgebung ermöglichen, erklären sowie die grundlegenden physikalischen Gleichungen anwenden; • die physikalischen Effekte, die für die Erzeugung von Bildkontrasten notwendig sind, benennen und beschreiben; • erklären, wie man räumliche und zeitliche Auflösung beeinflussen kann und wie man die erzeugten Bilder charakterisiert; • erklären, welche Bildrekonstruktionsverfahren für die Erzeugung von Bildern verwendet werden; • die wesentlichen klinischen Anwendungen der verschiedenen Systeme darstellen und begründen. <p>Studierende sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die physikalischen Prozesse der Bildgebung zu erklären und die benötigten mathematischen bzw. physikalischen Grundgleichungen den Systemen zuzuordnen. • durch Anwendung der mathematischen bzw. physikalischen Grundgleichungen Kenngrößen bildgebender Systeme zu berechnen; • den Einfluss von verschiedenen Systemkomponenten auf die räumliche und zeitliche Auflösung bildgebender Systeme zu bestimmen; • die Bedeutung verschiedener bildgebender Systeme für einige klinische Applikationen zu erläutern; • ein geeignetes bildgebendes System für eine Applikation auszuwählen. 		
Personale Kompetenzen	keine		
<i>Sozialkompetenz</i>	keine		
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen, welche physikalischen Effekte in der medizinischen Bildgebung verwendet werden; • selbstständig entscheiden, für welche klinische Fragestellung ein Messsystem eingesetzt werden kann. 		

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0819: Bildgebende Systeme in der Medizin	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dr. Michael Grass, Dr. Tim Nielsen, Dr. Sven Prevrhal, Frank Michael Weber
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Im Rahmen der Vorlesung werden die physikalischen Grundlagen, die Grundlagen der Bildgebung und die Hauptapplikationsgebiete der Magnetresonanztomographie (MR), der Bildgebung mittels Röntgenstrahlung (X-ray und CT), der nuklearen Bildgebung (SPECT und PET) und des Ultraschalls (US) vermittelt. Am Ende der Vorlesung sollte jeder Student ein Basisverständnis der verschiedenen Modalitäten, ihrer Hauptanwendungsgebiete in der Medizin und ihre Stärken und Schwächen erworben haben.</p> <p>Die Vorlesung teilt sich in eine Einführung und fünf Blöcke auf:</p> <p>In jedem Block werden die physikalischen Grundlagen der Modalität erklärt. Darauf aufbauend werden die Prinzipien der Signalerzeugung und ihrer Detektion diskutiert. Im folgenden, werden die resultierenden Bildkontraste veranschaulicht und die Basis der zweidimensionalen und dreidimensionalen Bildgebung vermittelt. Abschließend werden die prinzipiellen Limitierungen jeder Modalität und erwartete zukünftige Entwicklungen vorgestellt.</p> <p>0: Einführungsvorlesung 1: medizinische Bildgebung mittels Ultraschalls 2: Projektionsröntgenbildgebung 3: Röntgen-Computertomographie 4: Magnetresonanztomographie 5: Bildgebung mittels nuklearer Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ultraschall: Physikalische Grundlagen, Aufbau und technische Realisierung eines Ultraschallsystems, Bildgebungsverfahren, Flußmessverfahren, medizinische Anwendungen. • Röntgen: Physikalische Grundlagen der Röntgenbildgebung, Aufbau von Röntgenröhren, Detektion von Röntgenstrahlung, Techniken der Bildaufnahme, Bildkontrast, Projektionsröntgen, Dosisquantifizierung. • Computer Tomographie (CT): Aufbau eines Computer-Tomographen, Datenakquisition, Bildrekonstruktion und Bildkontrast, ausgewählte medizinische Anwendungen. • Magnetresonanztomographie (MRT): Physikalische Grundlagen, Aufbau eines MR-Tomographen, Grundlagen der MR-Bildgebung, Relaxation und

	<p>Bildkontrast, ausgewählte medizinische Anwendungen.</p> <ul style="list-style-type: none">• Nuklearmedizin: Kernphysikalische Grundlagen, Herstellung von Radionukleiden, Nuklearmedizinische Meßtechnik, Szintigraphie, Single Photon Emission Computer Tomographie (SPECT), Positronen Emissions Tomographie (PET), medizinische Anwendungen.
<p>Literatur</p>	<p>Primary book:</p> <p>1. P. Suetens, "Fundamentals of Medical Imaging", Cambridge Press</p> <p>Secondary books:</p> <ul style="list-style-type: none">- A. Webb, "Introduction to Biomedical Imaging", IEEE Press 2003.- W.R. Hendee and E.R. Ritenour, "Medical Imaging Physics", Wiley-Liss, New York, 2002.- H. Morneburg (Edt), "Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik", Erlangen: Siemens Publicis MCD Verlag, 1995.- O. Dössel, "Bildgebende Verfahren in der Medizin", Springer Verlag Berlin, 2000.

Modul M1278: MED I: Einführung in die Radiologie und Strahlentherapie

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Einführung in die Radiologie und Strahlentherapie (L0383)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Ulrich Carl		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Diagnose Die Studierenden können die Geräte, die derzeit in der Strahlentherapie verwendet werden bezüglich ihrer Einsatzgebiete unterscheiden.</p> <p>Die Studierenden können die Therapieabläufe in der Strahlentherapie erklären. Die Studierenden können die Interdisziplinarität mit anderen Fachgruppen (z. B. Chirurgie/Innere Medizin) nachvollziehen.</p> <p>Die Studierenden können den Durchlauf der Patienten vom Aufnahmetag bis zur Nachsorge skizzieren.</p>		
<i>Wissen</i>	<p>Diagnostik Die Studierenden können die technische Basiskonzeption der Projektionsradiographie einschließlich Angiographie und Mammographie sowie der Schnittbildverfahren (CT, MRT, US) darstellen.</p> <p>Der Student kann den diagnostischen sowie den therapeutisch interventionellen Einsatz der bildgebenden Verfahren erklären sowie das technische Prinzip der bildgebenden Verfahren erläutern.</p> <p>Patientenbezogen kann der Student in Abhängigkeit von der klinischen Fragestellung das richtige Verfahren auswählen.</p> <p>Gerätebezogenene technische Fehler sowie bildgebenden Resultate kann der Student erklären.</p> <p>Basierend auf den bildgebenden Befunden bzw. dem Fehlerprotokoll kann der Student die richtigen Schlussfolgerungen ziehen.</p>		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Therapie Der Student kann kurative und palliative Situationen abgrenzen und außerdem begründen, warum er sich für diese Einschätzung der Situation entschieden hat.</p> <p>Der Student kann Therapiekonzepte entwickeln, die der Situation angemessen sind und dabei strahlenbiologische Aspekte sauber zuordnen.</p> <p>Der Student kann das therapeutische Prinzip anwenden (Wirkung vs. Nebenwirkung)</p> <p>Der Student kann die Strahlenarten für die verschiedenen Situationen (Tumorsitz) unterscheiden, auswählen und dann die entsprechende Energie wählen, die in der Situation angezeigt ist (Bestrahlungsplan).</p> <p>Der Student kann einschätzen, wie ein psychosoziales Hilfsangebot individuell aussehen sollte [z. B. Anschlussheilbehandlung (AHB), Sport, Sozialhilfegruppen, Selbsthilfegruppen, Sozialdienst, Psychoonkologie]</p>		

<p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>	<p>Diagnostik</p> <p>Nach entsprechender Fehleranalyse kann der Student Lösungsvorschläge zur Reparatur von bildgebenden Einheiten unterbreiten. Aufgrund seiner Kenntnisse der Anatomie, Pathologie und Pathophysiologie kann er bildgebende Befunde in die zugehörigen Krankheitsgruppen einordnen.</p> <p>Die Studierenden können die besondere soziale Situation vom Tumorpatienten erfassen und ihnen professionell begegnen. Die Studierenden sind sich dem speziellen häufig angstdominierten Verhalten von kranken Menschen im Rahmen von diagnostischen und therapeutischen Eingriffen bewusst und können darauf angemessen reagieren.</p> <p>Die Studierenden können erlerntes Wissen und Fertigkeiten auf einen konkreten Therapiefall anwenden. Die Studierenden können am Ende ihrer Ausbildung jüngere Studierende ihres Fachgebiets an den klinischen Alltag heranführen.</p> <p>Die Studierenden können in diesem Bereich kompetent eine fachliche Konversation führen und sich das dafür benötigte Wissen selbstständig erarbeiten.</p>
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Leistungspunkte	3
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten - 20 offene Fragen
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht</p> <p>Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht</p> <p>Data Science: Vertiefung Medizin: Pflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht</p> <p>Engineering Science: Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht</p> <p>General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht</p> <p>General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht</p> <p>General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht</p> <p>Maschinenbau: Vertiefung Biomechanik: Pflicht</p> <p>Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht</p> <p>Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht</p> <p>Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht</p> <p>Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht</p> <p>Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht</p>

Lehrveranstaltung L0383: Einführung in die Radiologie und Strahlentherapie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Ulrich Carl, Prof. Thomas Vestring

Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Den Studenten sollen die technischen Möglichkeiten im Bereich der bildgebenden Diagnostik, interventionelle Radiologie und Strahlentherapie/Radioonkologie nahe gebracht werden. Es wird davon ausgegangen, dass der Student zu Beginn der Veranstaltung bestenfalls das Wort "Röntgenstrahlen" gehört hat. Es wird zwischen zwei Armen: - die diagnostische (Prof. Dr. med. Thomas Vestring) und die therapeutische (Prof. Dr. med. Ulrich M. Carl) Anwendung von Röntgenstrahlen differenziert.</p> <p>Beide Arme sind auf spezielle Großgeräte angewiesen, die einen vorgegebenen Ablauf in den jeweiligen Abteilungen bedingen.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • "Technik der medizinischen Radiologie" von T. + J. Laubenberg - 7. Auflage - Deutscher Ärzteverlag - erschienen 1999 • "Klinische Strahlenbiologie" von Th. Herrmann, M. Baumann und W. Dörr - 4. Auflage - Verlag Urban & Fischer - erschienen 02.03.2006 ISBN: 978-3-437-23960-1 • "Strahlentherapie und Onkologie für MTA-R" von R. Sauer - 5. Auflage 2003 - Verlag Urban & Schwarzenberg - erschienen 08.12.2009 ISBN: 978-3-437-47501-6 • "Taschenatlas der Physiologie" von S. Silbernagel und A. Despopoulos- 8. Auflage - Georg Thieme Verlag - erschienen 19.09.2012 ISBN: 978-3-13-567708-8 • "Der Körper des Menschen " von A. Faller u. M. Schünke - 16. Auflage 2004 - Georg Thieme Verlag - erschienen 18.07.2012 ISBN: 978-3-13-329716-5 • „Praxismanual Strahlentherapie“ von Stöver / Feyer - 1. Auflage - Springer-Verlag GmbH - erschienen 02.06.2000

Modul M0623: Intelligent Systems in Medicine

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Intelligente Systeme in der Medizin (L0331)	Vorlesung	2	3
Intelligente Systeme in der Medizin (L0334)	Projektseminar	2	2
Intelligente Systeme in der Medizin (L0333)	Gruppenübung	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Schlaefer
------------------------------	---------------------------

Zulassungsvoraussetzungen	None
----------------------------------	------

Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • principles of math (algebra, analysis/calculus) • principles of stochastics • principles of programming, Java/C++ and R/Matlab • advanced programming skills
---------------------------------	---

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	The students are able to analyze and solve clinical treatment planning and decision support problems using methods for search, optimization, and planning. They are able to explain methods for classification and their respective advantages and disadvantages in clinical contexts. The students can compare different methods for representing medical knowledge. They can evaluate methods in the context of clinical data and explain challenges due to the clinical nature of the data and its acquisition and due to privacy and safety requirements.
<i>Wissen</i>	
Personale Kompetenzen	The students can give reasons for selecting and adapting methods for classification, regression, and prediction. They can assess the methods based on actual patient data and evaluate the implemented methods.
<i>Fertigkeiten</i>	
<i>Sozialkompetenz</i>	The students discuss the results of other groups, provide helpful feedback and can incorporate feedback into their work.
<i>Selbstständigkeit</i>	The students can reflect their knowledge and document the results of their work. They can present the results in an appropriate manner.

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

	Verpflichtend	Anteil	Art der Studienleistung	Beschreibung
Studienleistung	Ja	10 %	Schriftliche Ausarbeitung	
	Ja	10 %	Referat	

Prüfung	Klausur
----------------	---------

Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
----------------------------------	------------

Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik:</p>
---	---

Lehrveranstaltung L0331: Intelligent Systems in Medicine	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - methods for search, optimization, planning, classification, regression and prediction in a clinical context - representation of medical knowledge - understanding challenges due to clinical and patient related data and data acquisition <p>The students will work in groups to apply the methods introduced during the lecture using problem based learning.</p>
Literatur	<p>Russel & Norvig: Artificial Intelligence: a Modern Approach, 2012 Berner: Clinical Decision Support Systems: Theory and Practice, 2007 Greenes: Clinical Decision Support: The Road Ahead, 2007 Further literature will be given in the lecture</p>

Lehrveranstaltung L0334: Intelligent Systems in Medicine	
Typ	Projektseminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0333: Intelligent Systems in Medicine	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0768: Microsystems Technology in Theory and Practice

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Mikrosystemtechnologie (L0724)	Vorlesung	2	4
Mikrosystemtechnologie (L0725)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu
------------------------------	-----------------------

Zulassungsvoraussetzungen	None
----------------------------------	------

Empfohlene Vorkenntnisse	Basics in physics, chemistry, mechanics and semiconductor technology
---------------------------------	--

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<p>Students are able</p> <ul style="list-style-type: none"> • to present and to explain current fabrication techniques for microstructures and especially methods for the fabrication of microsensors and microactuators, as well as the integration thereof in more complex systems <p style="text-align: right;"><i>Wissen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • to explain in details operation principles of microsensors and microactuators and • to discuss the potential and limitation of microsystems in application. <p>Students are capable</p> <ul style="list-style-type: none"> • to analyze the feasibility of microsystems, • to develop process flows for the fabrication of microstructures and • to apply them. <p style="text-align: right;"><i>Fertigkeiten</i></p>
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to prepare and perform their lab experiments in team work as well as to present and discuss the results in front of audience.
<i>Selbstständigkeit</i>	None

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

	Verpflichtend	Art der Studienleistung	Beschreibung
			Studierenden führen in Kleingruppen ein Laborpraktikum

Studienleistung	Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	durch. Jede Gruppe präsentiert und diskutiert die Theorie sowie die Ergebnisse ihrer Labortätigkeit. vor dem gesamten Kurs.
Prüfung	Mündliche Prüfung			
Prüfungsdauer und -umfang	30 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht</p> <p>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht</p>			

Lehrveranstaltung L0724: Microsystems Technology	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction (historical view, scientific and economic relevance, scaling laws) • Semiconductor Technology Basics, Lithography (wafer fabrication, photolithography, improving resolution, next-generation lithography, nano-imprinting, molecular imprinting) • Deposition Techniques (thermal oxidation, epitaxy, electroplating, PVD techniques: evaporation and sputtering; CVD techniques: APCVD, LPCVD, PECVD and LECVD; screen printing) • Etching and Bulk Micromachining (definitions, wet chemical etching, isotropic etch with HNA, electrochemical etching, anisotropic etching with KOH/TMAH: theory, corner undercutting, measures for compensation and etch-stop techniques; plasma processes, dry etching: back sputtering, plasma etching, RIE, Bosch process, cryo process, XeF2 etching) • Surface Micromachining and alternative Techniques (sacrificial etching, film stress, stiction: theory and counter measures; Origami microstructures, Epi-Poly, porous silicon, SOI, SCREAM process, LIGA, SU8, rapid prototyping) • Thermal and Radiation Sensors (temperature measurement, self-generating sensors: Seebeck effect and thermopile; modulating sensors: thermo resistor, Pt-100, spreading resistance sensor, pn junction, NTC and PTC; thermal anemometer, mass flow sensor, photometry, radiometry, IR sensor: thermopile and bolometer) • Mechanical Sensors (strain based and stress based principle, capacitive readout, piezoresistivity, pressure sensor: piezoresistive, capacitive and fabrication process; accelerometer: piezoresistive, piezoelectric and capacitive; angular rate sensor: operating principle and fabrication process) • Magnetic Sensors (galvanomagnetic sensors: spinning current Hall sensor and magneto-transistor; magnetoresistive sensors: magneto resistance, AMR)

Inhalt	<p>and GMR, fluxgate magnetometer)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemical and Bio Sensors (thermal gas sensors: pellistor and thermal conductivity sensor; metal oxide semiconductor gas sensor, organic semiconductor gas sensor, Lambda probe, MOSFET gas sensor, pH-FET, SAW sensor, principle of biosensor, Clark electrode, enzyme electrode, DNA chip) • Micro Actuators, Microfluidics and TAS (drives: thermal, electrostatic, piezo electric and electromagnetic; light modulators, DMD, adaptive optics, microscanner, microvalves: passive and active, micropumps, valveless micropump, electrokinetic micropumps, micromixer, filter, inkjet printhead, microdispenser, microfluidic switching elements, microreactor, lab-on-a-chip, microanalytics) • MEMS in medical Engineering (wireless energy and data transmission, smart pill, implantable drug delivery system, stimulators: microelectrodes, cochlear and retinal implant; implantable pressure sensors, intelligent osteosynthesis, implant for spinal cord regeneration) • Design, Simulation, Test (development and design flows, bottom-up approach, top-down approach, testability, modelling: multiphysics, FEM and equivalent circuit simulation; reliability test, physics-of-failure, Arrhenius equation, bath-tub relationship) • System Integration (monolithic and hybrid integration, assembly and packaging, dicing, electrical contact: wire bonding, TAB and flip chip bonding; packages, chip-on-board, wafer-level-package, 3D integration, wafer bonding: anodic bonding and silicon fusion bonding; micro electroplating, 3D-MID)
Literatur	<p>M. Madou: Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, 2002</p> <p>N. Schwesinger: Lehrbuch Mikrosystemtechnik, Oldenbourg Verlag, 2009</p> <p>T. M. Adams, R. A. Layton: Introductory MEMS, Springer, 2010</p> <p>G. Gerlach; W. Dötzel: Introduction to microsystem technology, Wiley, 2008</p>

Lehrveranstaltung L0725: Microsystems Technology	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1279: MED II: Einführung in die Biochemie und Molekularbiologie			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Einführung in die Biochemie und Molekularbiologie (L0386)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Hans-Jürgen Kreienkamp		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine. Das Modul deckt fachspezifische Lehrinhalte des Mediziningenieurwesens ab und erlaubt Studenten, die nicht Mediziningenieurwesen im Bachelor vertieft haben, den Master Mediziningenieurwesen zu belegen.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Biomoleküle beschreiben; • erklären wie genetische Information in DNA kodiert wird; • den Zusammenhang zwischen DNA und Protein erläutern. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
	<ul style="list-style-type: none"> • die Bedeutung molekularer Parameter für ein Krankheitsgeschehen erkennen; • ausgewählte molekular-diagnostische Verfahren beschreiben; • die Bedeutung dieser Verfahren für einige Krankheiten erläutern 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können aktuelle Diskussionen in Forschung und Medizin auf fachlicher Ebene führen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können Themengebiete der LVs eigenständig aus der Fachliteratur erarbeiten.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht Data Science: Vertiefung Medizin: Pflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht Maschinenbau: Vertiefung Biomechanik: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative		

Medizin: Wahlpflicht
Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht
Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht
Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0386: Einführung in die Biochemie und Molekularbiologie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Hans-Jürgen Kreienkamp
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Proteine - Struktur und Funktion • Enzyme • Nukleinsäuren: Struktur und Bedeutung • DNA; Replikation • RNA; Proteinbiosynthese • Gentechnologie; PCR; Klonierung • Hormone; Signaltransduktion • Energie-Stoffwechsel: Kohlehydrate; Fette • Stoffwechselregulation • Krebs; molekulare Ursachen • Genetische Erkrankungen • Immunologie; Viren (HIV)
Literatur	<p>Müller-Esterl, Biochemie, Spektrum Verlag, 2010; 2. Auflage</p> <p>Löffler, Basiswissen Biochemie, 7. Auflage, Springer, 2008</p>

Modul M0921: Electronic Circuits for Medical Applications

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Medizinelektronik (L0696)	Vorlesung	2	3
Medizinelektronik (L1056)	Gruppenübung	1	2
Medizinelektronik (L1408)	Laborpraktikum	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Kuhl
------------------------------	---------------------

Zulassungsvoraussetzungen	None
----------------------------------	------

Empfohlene Vorkenntnisse	Fundamentals of electrical engineering
---------------------------------	--

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the basic functionality of the information transfer by the central nervous system • Students are able to explain the build-up of an action potential and its propagation along an axon • Students can exemplify the communication between neurons and electronic devices • Students can describe the special features of low-noise amplifiers for medical applications • Students can explain the functions of prostheses, e. g. an artificial hand • Students are able to discuss the potential and limitations of cochlea implants and artificial eyes
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can calculate the time dependent voltage behavior of an action potential • Students can give scenarios for further improvement of low-noise and low-power signal acquisition. • Students can develop the block diagrams of prosthetic systems • Students can define the building blocks of electronic systems for an artificial eye.
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Students are trained to solve problems in the field of medical electronics in teams together with experts with different professional background. • Students are able to recognize their specific limitations, so that they can ask for assistance to the right time. • Students can document their work in a clear manner and communicate their results in a way that others can be involved whenever it is necessary
<i>Sozialkompetenz</i>	
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students are able to realistically judge the status of their knowledge and to define actions for improvements when necessary. • Students can break down their work in appropriate work packages and schedule their work in a realistic way. • Students can handle the complex data structures of bioelectrical experiments without needing support.

	<ul style="list-style-type: none"> Students are able to act in a responsible manner in all cases and situations of experimental work. 												
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56												
Leistungspunkte	6												
Studienleistung	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Verpflichtet</th> <th>Ordnung</th> <th>Art der Studienleistung</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ja</td> <td>Keiner</td> <td>Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nein</td> <td>Keiner</td> <td>Übungsaufgaben</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Verpflichtet	Ordnung	Art der Studienleistung	Beschreibung	Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung		Nein	Keiner	Übungsaufgaben	
Verpflichtet	Ordnung	Art der Studienleistung	Beschreibung										
Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung											
Nein	Keiner	Übungsaufgaben											
Prüfung	Klausur												
Prüfungsdauer und -umfang	90 min												
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht</p>												

Lehrveranstaltung L0696: Electronic Circuits for Medical Applications	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Market for medical instruments • Membrane potential, action potential, sodium-potassium pump • Information transfer by the central nervous system • Interface tissue - electrode • Amplifiers for medical applications, analog-digital converters • Examples for electronic implants • Artificial eye, cochlea implant
Literatur	<p>Kim E. Barret, Susan M. Barman, Scott Boitano and Heddwyn L. Brooks Ganong's Review of Medical Physiology, 24nd Edition, McGraw Hill Lange, 2010</p> <p>Tier- und Humanphysiologie: Eine Einführung von Werner A. Müller (Author), Stephan Frings (Author), 657 p., 4. editions, Springer, 2009</p> <p>Robert F. Schmidt (Editor), Hans-Georg Schaible (Editor)</p> <p>Neuro- und Sinnesphysiologie (Springer-Lehrbuch) (Paper back), 488 p., Springer, 2006, 5. Edition, currently online only</p> <p>Russell K. Hobbie, Bradley J. Roth, Intermediate Physics for Medicine and Biology, Springer, 4th ed., 616 p., 2007</p> <p>Vorlesungen der Universität Heidelberg zur Tier- und Humanphysiologie: http://www.sinnesphysiologie.de/gruvo03/gruvoin.htm</p> <p>Internet: http://butler.cc.tut.fi/~malmivuo/bem/bembook/</p>

Lehrveranstaltung L1056: Electronic Circuits for Medical Applications	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1408: Electronic Circuits for Medical Applications	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Market for medical instruments • Membrane potential, action potential, sodium-potassium pump • Information transfer by the central nervous system • Interface tissue - electrode • Amplifiers for medical applications, analog-digital converters • Examples for electronic implants • Artificial eye, cochlea implant
Literatur	<p>Kim E. Barret, Susan M. Barman, Scott Boitano and Heddwen L. Brooks Ganong's Review of Medical Physiology, 24nd Edition, McGraw Hill Lange, 2010</p> <p>Tier- und Humanphysiologie: Eine Einführung von Werner A. Müller (Author), Stephan Frings (Author), 657 p., 4. editions, Springer, 2009</p> <p>Robert F. Schmidt (Editor), Hans-Georg Schaible (Editor)</p> <p>Neuro- und Sinnesphysiologie (Springer-Lehrbuch) (Paper back), 488 p., Springer, 2006, 5. Edition, currently online only</p> <p>Russell K. Hobbie, Bradley J. Roth, Intermediate Physics for Medicine and Biology, Springer, 4th ed., 616 p., 2007</p> <p>Vorlesungen der Universität Heidelberg zur Tier- und Humanphysiologie: http://www.sinnesphysiologie.de/gruvo03/gruvoin.htm</p> <p>Internet: http://butler.cc.tut.fi/~malmivuo/bem/bembook/</p>

Modul M1249: Medizinische Bildgebung

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Medizinische Bildgebung (L1694)	Vorlesung	2	3
Medizinische Bildgebung (L1695)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Tobias Knopp		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Linear Algebra, Numerik und Signalverarbeitung		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, für verschiedene tomographische Bildgebungsmodalitäten Rekonstruktionsverfahren zu beschreiben. Insbesondere können die in der Computertomographie verwendeten Methoden, wie die gefilterte Rückprojektion, erläutert werden. Die Studierenden sind in der Lage die inversen Probleme hinter den verschiedenen Bildgebungsverfahren zu formulieren und Lösungsansätze zu beschreiben.</p>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden sind dazu in der Lage, Rekonstruktionsverfahren zu implementieren und diese anhand von tomographischen Messdaten zu testen. Sie können die rekonstruierten Bilder visualisieren und die Qualität ihrer Daten und Resultate und beurteilen.</p>		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht</p>		

Lehrveranstaltung L1694: Medizinische Bildgebung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	In der Vorlesung werden numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung vorgestellt. Dies beinhaltet sowohl die physikalischen Grundprinzipien der tomographischen Verfahren als auch Algorithmen für die Bildrekonstruktion. Neben Radonbasierten Verfahren wie die Computertomographie werden magnetische Verfahren wie die Magnetresonanztomographie und das Magnetic-Particle-Imaging behandelt.
Literatur	<p>Bildgebende Verfahren in der Medizin; O. Dössel; Springer, Berlin, 2000</p> <p>Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik; H. Morneburg (Hrsg.); Publicis MCD, München, 1995</p> <p>Introduction to the Mathematics of Medical Imaging; C. L.Epstein; Siam, Philadelphia, 2008</p> <p>Medical Image Processing, Reconstruction and Restoration; J. Jan; Taylor and Francis, Boca Raton, 2006</p> <p>Principles of Magnetic Resonance Imaging; Z.-P. Liang and P. C. Lauterbur; IEEE Press, New York, 1999</p>

Lehrveranstaltung L1695: Medizinische Bildgebung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1525: Forschungsprojekt und Seminar in Medizintechnik

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Dozenten des SD E		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Fortgeschrittener Kenntnisstand im Master-Studium Elektrotechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierenden kennen aktuelle Forschungsprojekte der Institute in d e r Vertiefungsrichtung. Sie können die grundlegenden wissenschaftlichen Methoden nennen, mit denen an diesen gearbeitet wird. Sie können weiterhin Diskurs einschlägige Fachbegriffe verwenden und Forschungsthemen erläutern.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ein eigenständiges Teilprojekt in aktuell laufenden Forschungsprojekten der Institute in der Vertiefungsrichtung durchzuführen. Studierende können ihre Vorgehensweise zur Lösung einer Aufgabe begründen, aus den gewonnen Ergebnissen Schlussfolgerungen ziehen und wenn nötig neue Arbeitsmethoden finden. Studierende sind in der Lage, alternative Lösungskonzepte mit dem gewählten Ansatz bzgl. vorgegebener Kriterien zu vergleichen und zu beurteilen.</p> <p><i>Personale Kompetenzen</i></p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können sich ein für sie neues Thema inhaltlich erschließen. Sie verknüpfen dazu die Inhalte ihres bisherigen Studiums mit dem vorgegebenen Thema und schließen Wissenslücken durch Fachgespräche mit wissenschaftlichen Mitarbeitern und eigene Recherchen (z.B. im Internet oder in Fachliteratur). Sie können wissenschaftliche Veröffentlichungen zusammenfassen und präsentieren.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, mit Mitarbeitern der betreuenden Institute fachlich den Fortschritt der Arbeit zu diskutieren und ihre Endergebnisse adressatengerecht zu präsentieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden können in Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Mitarbeitern aktuelle Themen aus der Forschung erarbeiten, diskutieren und reflektieren. Sie können Zusammenfassungen derselben in englischer Sprache vor einem Fachpublikum präsentieren und erläutern.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, anhand der im bisherigen Studium erworbenen Kompetenzen sich selbstständig aus aktuellen Forschungsprojekten sinnvolle Aufgaben zu definieren, dazu notwendiges Wissen zu erschließen sowie geeignete Lösungsmethoden auszuwählen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext des Seminars zu setzen. Sie erschließen sich eigenständig weitere Quellen im Internet. Sie können inhaltlich einen Bezug zu ihrer gewählten Vertiefungsrichtung herstellen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	12		
Studienleistung	Keine		

Prüfung	Studienarbeit
Prüfungsdauer und -umfang	gem. ASPO
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Pflicht

Modul M0550: Digital Image Analysis			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Bildanalyse (L0126)	Vorlesung	4	6
Modulverantwortlicher	Prof. Rolf-Rainer Grigat		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	System theory of one-dimensional signals (convolution and correlation, sampling theory, interpolation and decimation, Fourier transform, linear time-invariant systems), linear algebra (Eigenvalue decomposition, SVD), basic stochastics and statistics (expectation values, influence of sample size, correlation and covariance, normal distribution and its parameters), basics of Matlab, basics in optics		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> Describe imaging processes Depict the physics of sensorics Explain linear and non-linear filtering of signals Establish interdisciplinary connections in the subject area and arrange them in their context Interpret effects of the most important classes of imaging sensors and displays using mathematical methods and physical models. <p>Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> Use highly sophisticated methods and procedures of the subject area Identify problems and develop and implement creative solutions. <p>Students can solve simple arithmetical problems relating to the specification and design of image processing and image analysis systems.</p> <p>Students are able to assess different solution approaches in multidimensional decision-making areas.</p> <p>Students can undertake a prototypical analysis of processes in Matlab.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Wissen</i></p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>		
	k.A.		
	Students can solve image analysis tasks independently using the relevant literature.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten, Umfang Vorlesung und Materialien im StudIP		

Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht</p>
---	---

Lehrveranstaltung L0126: Digital Image Analysis	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Rolf-Rainer Grigat
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Image representation, definition of images and volume data sets, illumination, radiometry, multispectral imaging, reflectivities, shape from shading • Perception of luminance and color, color spaces and transforms, color matching functions, human visual system, color appearance models • imaging sensors (CMOS, CCD, HDR, X-ray, IR), sensor characterization(EMVA1288), lenses and optics • spatio-temporal sampling (interpolation, decimation, aliasing, leakage, moiré, flicker, apertures) • features (filters, edge detection, morphology, invariance, statistical features, texture) • optical flow (variational methods, quadratic optimization, Euler-Lagrange equations) • segmentation (distance, region growing, cluster analysis, active contours, level sets, energy minimization and graph cuts) • registration (distance and similarity, variational calculus, iterative closest points)
Literatur	<p>Bredies/Lorenz, Mathematische Bildverarbeitung, Vieweg, 2011 Wedel/Cremers, Stereo Scene Flow for 3D Motion Analysis, Springer 2011 Handels, Medizinische Bildverarbeitung, Vieweg, 2000 Pratt, Digital Image Processing, Wiley, 2001 Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall, 1989</p>

Modul M0548: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen (L0371)	Vorlesung	3	5
Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen (L0373)	Gruppenübung	2	1

Modulverantwortlicher	Prof. Christian Schuster
------------------------------	--------------------------

Zulassungsvoraussetzungen	Keine
----------------------------------	-------

Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Physik
---------------------------------	-----------------------

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	Die Studierenden können die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten, Zusammenhänge und Methoden der Bioelektromagnetik, d.h. der Beschreibung und Anwendung des Verhaltens elektromagnetischer Felder in biologischer Materie, erklären. Sie können die wesentlichen physikalischen Abläufe erläutern und nach Wellenlänge bzw. Frequenz der Felder einordnen. Sie können einen Überblick über messtechnische und numerische Methoden zur Charakterisierung elektromagnetischer Felder in der Praxis geben. Sie können therapeutische und diagnostische Anwendungen elektromagnetischer Felder in der Medizintechnik benennen.
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können eine Reihe von Verfahren zur Beschreibung des Verhaltens elektromagnetischer Felder in biologischer Materie anwenden. Dafür können Sie auf elementare Lösungen der Maxwell'schen Gleichungen Bezug nehmen und diese sinnvoll einsetzen. Sie können einschätzen, welche prinzipiellen Effekte diese Modelle in Bezug auf biologische Materie vorhersagen, können diese nach Wellenlänge bzw. Frequenz klassifizieren und quantitativ analysieren. Sie können Validierungsstrategien für ihre Vorhersagen entwickeln. Sie können Effekte elektromagnetischer Felder für therapeutische und diagnostische Anwendungen gegeneinander abwägen und auswählen.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise auf Englisch präsentieren (z.B. während Kleingruppenübungen).
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, Informationen aus einschlägigen Fachpublikationen zu gewinnen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Theoretischer Elektrotechnik, Grundlagen der Elektrotechnik oder Physik) zu verknüpfen. Sie können Probleme und Effekte im Bereich der Bioelektromagnetik auf Englisch kommunizieren.

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

Studienleistung	Verpflichtendes Art der Studienleistung Bonus Beschreibung
------------------------	--

	Ja	10 %	Referat
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	45 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0371: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlegende Eigenschaften elektromagnetischer Felder (Phänomene) - Mathematische Beschreibung elektromagnetischer Felder (Maxwell-Gleichungen) - Elektromagnetische Eigenschaften biologischer Materie - Prinzipien der Energieabsorption in biologischer Materie, Dosimetrie - Numerische Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder (v.a. FDTD) - Messtechnische Methoden zur Bestimmung elektromagnetischer Felder - Verhalten elektromagnetischer Felder niedriger Frequenz in biologischer Materie - Verhalten elektromagnetischer Felder mittlerer Frequenz in biologischer Materie - Verhalten elektromagnetischer Felder hoher Frequenz in biologischer Materie - Verhalten elektromagnetischer Felder sehr hoher Frequenz in biologischer Materie - Diagnostische Anwendungen elektromagnetischer Felder in der Medizin - Therapeutische Anwendungen elektromagnetischer Felder in der Medizin - Der menschliche Körper als Generator elektromagnetischer Felder
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - C. Furse, D. Christensen, C. Durney, "Basic Introduction to Bioelectromagnetics", CRC (2009) - A. Vorst, A. Rosen, Y. Kotsuka, "RF/Microwave Interaction with Biological Tissues", Wiley (2006) - S. Grimnes, O. Martinsen, "Bioelectricity and Bioimpedance Basics", Academic Press (2008) - F. Barnes, B. Greenebaum, "Bioengineering and Biophysical Aspects of Electromagnetic Fields", CRC (2006)

Lehrveranstaltung L0373: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik

Diese Vertiefungsrichtung bietet den Studierenden eine breite Modulpalette mit Bezug zu verschiedenen nachrichtentechnischen Konzepten, drahtlosen und drahtgebundenen Kommunikationssystemen sowie Methoden der digitalen Signalverarbeitung. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Eigenschaften von Übertragungskanälen und Prinzipien von Funksystemen im Detail zu verstehen. Darüber hinaus erhalten sie fundierte Kenntnisse über Funktionsweise, Strukturen und Modellierung von Kommunikationsnetzen. Außerdem wird ihnen Wissen im Bereich der digitalen Sprach-, Audio- und Bildverarbeitung vermittelt. Im Ergebnis verfügen die Studierenden über das Rüstzeug, moderne Kommunikationssysteme ganzheitlich zu analysieren, zu entwerfen und zu optimieren. Die erworbenen Kompetenzen sind im heutigen Informationszeitalter von zentraler Bedeutung in Industrie und Forschung.

Modul M0551: Pattern Recognition and Data Compression

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Mustererkennung und Datenkompression (L0128)	Vorlesung	4	6
Modulverantwortlicher	Prof. Rolf-Rainer Grigat		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Linear algebra (including PCA, unitary transforms), stochastics and statistics, binary arithmetics		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Students can name the basic concepts of pattern recognition and data compression.</p> <p><i>Wissen</i> Students are able to discuss logical connections between the concepts covered in the course and to explain them by means of examples.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students can apply statistical methods to classification problems in pattern recognition and to prediction in data compression. On a sound theoretical and methodical basis they can analyze characteristic value assignments and classifications and describe data compression and video signal coding. They are able to use highly sophisticated methods and processes of the subject area. Students are capable of assessing different solution approaches in multidimensional decision-making areas.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> k.A.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are capable of identifying problems independently and of solving them scientifically, using the methods they have learnt.</p>		

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten, Umfang Vorlesung und Materialien im StudIP
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0128: Pattern Recognition and Data Compression	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Rolf-Rainer Grigat
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Structure of a pattern recognition system, statistical decision theory, classification based on statistical models, polynomial regression, dimension reduction, multilayer perceptron regression, radial basis functions, support vector machines, unsupervised learning and clustering, algorithm-independent machine learning, mixture models and EM, adaptive basis function models and boosting, Markov random fields Information, entropy, redundancy, mutual information, Markov processes, basic coding schemes (code length, run length coding, prefix-free codes), entropy coding (Huffman, arithmetic coding), dictionary coding (LZ77/Deflate/LZMA2, LZ78/LZW), prediction, DPCM, CALIC, quantization (scalar and vector quantization), transform coding, prediction, decorrelation (DPCM, DCT, hybrid DCT, JPEG, JPEG-LS), motion estimation, subband coding, wavelets, HEVC (H.265,MPEG-H)
Literatur	Schürmann: Pattern Classification, Wiley 1996 Murphy, Machine Learning, MIT Press, 2012 Barber, Bayesian Reasoning and Machine Learning, Cambridge, 2012 Duda, Hart, Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001 Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006 Salomon, Data Compression, the Complete Reference, Springer, 2000 Sayood, Introduction to Data Compression, Morgan Kaufmann, 2006 Ohm, Multimedia Communication Technology, Springer, 2004 Solari, Digital video and audio compression, McGraw-Hill, 1997 Tekalp, Digital Video Processing, Prentice Hall, 1995

Modul M0637: Advanced Concepts of Wireless Communications

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Weiterführende Konzepte der drahtlosen Kommunikation (L0297)	Vorlesung	3	4
Weiterführende Konzepte der drahtlosen Kommunikation (L0298)	Hörsaalübung	2	2

Modulverantwortlicher	Dr. Rainer Grünheid
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Lecture "Signals and Systems" Lecture "Fundamentals of Telecommunications and Stochastic Processes" Lecture "Digital Communications"
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Students are able to explain the general as well as advanced principles and techniques that are applied to wireless communications. They understand the properties of wireless channels and the corresponding mathematical description. Furthermore, students are able to explain the physical layer of wireless transmission systems. In this context, they are proficient in the concepts of multicarrier transmission (OFDM), modulation, error control coding, channel estimation and multi-antenna techniques (MIMO). Students can also explain methods of multiple access. On the example of contemporary communication systems (UMTS, LTE) they can put the learnt content into a larger context.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Using the acquired knowledge, students are able to understand the design of current and future wireless systems. Moreover, given certain constraints, they can choose appropriate parameter settings of communication systems. Students are also able to assess the suitability of technical concepts for a given application.</p>
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students can jointly elaborate tasks in small groups and present their results in an adequate fashion.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are able to extract necessary information from given literature sources and put it into the perspective of the lecture. They can continuously check their level of expertise with the help of accompanying measures (such as online tests, clicker questions, exercise tasks) and, based on that, to steer their learning process accordingly. They can relate their acquired knowledge to topics of other lectures, e.g., "Fundamentals of Communications and Stochastic Processes" and "Digital Communications".</p>
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten; Umfang: Inhalt von Vorlesung und Übung
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht</p> <p>Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht</p>

Lehrveranstaltung L0297: Advanced Concepts of Wireless Communications	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Rainer Grünheid
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>The lecture deals with technical principles and related concepts of mobile communications. In this context, the main focus is put on the physical and data link layer of the ISO-OSI stack.</p> <p>In the lecture, the transmission medium, i.e., the mobile radio channel, serves as the starting point of all considerations. The characteristics and the mathematical descriptions of the radio channel are discussed in detail. Subsequently, various physical layer aspects of wireless transmission are covered, such as channel coding, modulation/demodulation, channel estimation, synchronization, and equalization. Moreover, the different uses of multiple antennas at the transmitter and receiver, known as MIMO techniques, are described. Besides these physical layer topics, concepts of multiple access schemes in a cellular network are outlined.</p> <p>In order to illustrate the above-mentioned technical solutions, the lecture will also provide a system view, highlighting the basics of some contemporary wireless systems, including UMTS/HSPA, LTE, LTE Advanced, and WiMAX.</p>
Literatur	<p>John G. Proakis, Masoud Salehi: Digital Communications. 5th Edition, Irwin/McGraw Hill, 2007</p> <p>David Tse, Pramod Viswanath: Fundamentals of Wireless Communication. Cambridge, 2005</p> <p>Bernard Sklar: Digital Communications: Fundamentals and Applications. 2nd Edition, Pearson, 2013</p> <p>Stefani Sesia, Issam Toufik, Matthew Baker: LTE - The UMTS Long Term Evolution. Second Edition, Wiley, 2011</p>

Lehrveranstaltung L0298: Advanced Concepts of Wireless Communications	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Rainer Grünheid
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0837: Simulation of Communication Networks				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Simulation von Kommunikationsnetzen (L0887)		Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	5	6
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of computer and communication networks • Basic programming skills 			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Students are able to explain the necessary stochastics, the discrete event simulation technology and modelling of networks for performance evaluation.			
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to apply the method of simulation for performance evaluation to different, also not practiced, problems of communication networks. The students can analyse the obtained results and explain the effects observed in the network. They are able to question their own results.			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to acquire expert knowledge in groups, present the results, and discuss solution approaches and results. They are able to work out solutions for new problems in small teams.			
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to transfer independently and in discussion with others the acquired method and expert knowledge to new problems. They can identify missing knowledge and acquire this knowledge independently.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Mündliche Prüfung			
Prüfungsdauer und -umfang	30 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L0887: Simulation of Communication Networks	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	5
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	In the course necessary basic stochastics and the discrete event simulation are introduced. Also simulation models for communication networks, for example, traffic models, mobility models and radio channel models are presented in the lecture. Students work with a simulation tool, where they can directly try out the acquired skills, algorithms and models. At the end of the course increasingly complex networks and protocols are considered and their performance is determined by simulation.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Skript des Instituts für Kommunikationsnetze Further literature is announced at the beginning of the lecture.

Modul M0673: Informationstheorie und Codierung

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Informationstheorie und Codierung (L0436)	Vorlesung	3	4
Informationstheorie und Codierung (L0438)	Hörsaalübung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik 1-3 • Wahrscheinlichkeitsrechnung und Stochastische Prozesse • Grundkenntnisse der Nachrichtentechnik, z.B. aus der Vorlesung "Einführung in die Nachrichtentechnik und deren stochastische Methoden"
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Definitionen zur informationstheoretischen Quantifizierung von Information. Sie kennen das Shannonsche Quellencodierungstheorem sowie das Kanalcodierungstheorem und können damit Grenzen der Kompression bzw. der fehlerfreien Datenübertragung bestimmen. Sie verstehen die Grundprinzipien der Datenkompression (Quellencodierung) und der fehlererkennenden und fehlerkorrigierenden Kanalcodierung. Sie sind mit den Prinzipien der Decodierung vertraut, insbesondere mit modernen Verfahren der iterativen Decodierung. Sie kennen grundlegende Codierverfahren, deren Eigenschaften und Decodierverfahren.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die Grenzen der Datenkompression bzw. der Datenübertragungsrate für gestörte Kanäle zu bestimmen und damit ein Übertragungsverfahren zu dimensionieren. Sie sind in der Lage, die Parameter eines fehlererkennenden bzw. fehlerkorrigierenden Kanalcodierungsverfahrens zum Erreichen gegebener Zielvorgaben abzuschätzen. Sie sind in der Lage, die Eigenschaften grundlegender Kanalcodierungs- und Decodierverfahren hinsichtlich Fehlerkorrektureigenschaften, Decodierverzögerung und Decodierkomplexität zu vergleichen und ein geeignetes Verfahren auszuwählen. Sie sind in der Lage, grundlegende Codier- und Decodierverfahren in Software zu implementieren.</p>
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können in fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbstständig zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben, Software-Tools, Clicker-System) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.</p>
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min

Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Mechatronik: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
---	--

Lehrveranstaltung L0436: Informationstheorie und Codierung	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Informationstheorie <ul style="list-style-type: none"> ◦ Selbstinformation, Entropie, Mutual Information ◦ Quellencodierungstheorem, Kanalcodierungstheorem ◦ Kanalkapazität verschiedener Kanäle • Grundlegende Algorithmen der Quellencodierung: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Huffman Code, Lempel Ziv Algorithmus • Grundlagen der Kanalcodierung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Grundlegende Parameter der Kanalcodierung und deren Abschätzung durch obere und untere Schranken ◦ Prinzipien der Decodierung: Maximum-A-Posteriori Decodierung, Maximum-Likelihood Decodierung, Hard-Decision-Decodierung und Soft-Decision-Decodierung ◦ Bestimmung der Fehlerwahrscheinlichkeit • Blockcodes • Low Density Parity Check (LDPC) Codes und iterative Decodierung • Faltungscodes und Viterbi-Decodierung • Turbo Codes und iterative Decodierung • Codierte Modulation
Literatur	<p>Bossert, M.: Kanalcodierung. Oldenbourg.</p> <p>Friedrichs, B.: Kanalcodierung. Springer.</p> <p>Lin, S., Costello, D.: Error Control Coding. Prentice Hall.</p> <p>Roth, R.: Introduction to Coding Theory.</p> <p>Johnson, S.: Iterative Error Correction. Cambridge.</p> <p>Richardson, T., Urbanke, R.: Modern Coding Theory. Cambridge University Press.</p> <p>Gallager, R. G.: Information theory and reliable communication. Wiley-VCH</p> <p>Cover, T., Thomas, J.: Elements of information theory. Wiley.</p>

Lehrveranstaltung L0438: Informationstheorie und Codierung	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0924: Software für Eingebettete Systeme

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Software für Eingebettete Systeme (L1069)	Vorlesung	2	3
Software für Eingebettete Systeme (L1070)	Gruppenübung	3	3

Modulverantwortlicher	Prof. Bernd-Christian Renner
------------------------------	------------------------------

Zulassungsvoraussetzungen	Keine
----------------------------------	-------

Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr gute Kenntnisse und Erfahrung in Programmiersprache C • Grundkenntnisse in Softwaretechnik • Prinzipielles Verständnis von Assembler Sprachen
---------------------------------	--

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	Studierende können die grundlegende Prinzipien und Vorgehensweisen für die Erstellung von Software für eingebettete Systeme erklären. Sie sind in der Lage, ereignisbasierte Programmier Techniken mittels Interrupts zu beschreiben. Sie kennen den Aufbau und Funktion eines konkreten Mikrocontrollers. Die Teilnehmer sind in der Lage, Anforderungen an Echtzeitsysteme zu erläutern. Sie können mindestens drei Scheduling Algorithmen für Echtzeitbetriebssysteme erläutern (einschließlich Vor- und Nachteile)
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende erstellen interrupt-basierte Programme für einen konkreten Mikrocontroller. Sie erstellen und benutzen einen preemptiven scheduler. Sie setzen periphere Komponenten (Timer, ADCs, EEPROM) für komplexe Aufgaben eingebetteter System ein. Für den Anschluss externer Komponenten setzen sie serielle Protokolle ein.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	
<i>Selbstständigkeit</i>	

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

Studienleistung	Keine
------------------------	-------

Prüfung	Klausur
----------------	---------

Prüfungsdauer und -umfang	90 min
----------------------------------	--------

Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht</p> <p>Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht</p> <p>Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht</p> <p>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht</p>
---	---

Lehrveranstaltung L1069: Software für Eingebettete Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • General-Purpose Processors • Programming the Atmel AVR • Interrupts • C für Embedded Systems • Standard Single Purpose Processors: Peripherals • Finite-State Machines • Speicher • Betriebssystem für Eingebettete Systeme • Echtzeit Eingebettete Systeme
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Embedded System Design, F. Vahid and T. Givargis, John Wiley 2. Programming Embedded Systems: With C and Gnu Development Tools, M. Barr and A. Massa, O'Reilly 3. C und C++ für Embedded Systems, F. Bollow, M. Homann, K. Köhn, MITP 4. The Art of Designing Embedded Systems, J. Ganssle, Newnes 5. Mikrocomputertechnik mit Controllern der Atmel AVR-RISC-Familie, G. Schmitt, Oldenbourg 6. Making Embedded Systems: Design Patterns for Great Software, E. White, O'Reilly

Lehrveranstaltung L1070: Software für Eingebettete Systeme	
Typ	Gruppenübung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1248: Compiler für Eingebettete Systeme

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Compiler für Eingebettete Systeme (L1692)	Vorlesung	3	4
Compiler für Eingebettete Systeme (L1693)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk
------------------------------	------------------

Zulassungsvoraussetzungen	Keine
----------------------------------	-------

Empfohlene Vorkenntnisse	Modul "Eingebettete Systeme" C/C++ Programmierkenntnisse
---------------------------------	---

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<p>Die Bedeutung Eingebetteter Systeme steigt von Jahr zu Jahr. Innerhalb Eingebetteter Systeme steigt der Software-Anteil, der auf Prozessoren ausgeführt wird, aufgrund geringerer Kosten und höherer Flexibilität ebenso kontinuierlich. Wegen der besonderen Einsatzgebiete Eingebetteter Systeme kommen hier hochgradig spezialisierte Prozessoren zum Einsatz, die applikationsspezifisch auf ihr jeweiliges Einsatzgebiet ausgerichtet sind. Diese hochgradig spezialisierten Prozessoren stellen hohe Anforderungen an einen Compiler, der Code von hoher Qualität generieren soll. Nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Struktur und Aufbau derartiger Compiler aufzuzeigen, • interne Zwischendarstellungen auf verschiedenen Abstraktionsniveaus zu unterscheiden und zu erklären, und • Probleme und Optimierungen in allen Compilerphasen zu beurteilen.
<i>Wissen</i>	<p>Wegen der hohen Anforderungen an Compiler für Eingebettete Systeme sind effektive Optimierungen unerlässlich. Die Studierenden lernen insbes.,</p> <ul style="list-style-type: none"> • welche Arten von Optimierungen es auf Quellcode-Niveau gibt, • wie die Übersetzung von der Quellsprache nach Assembler abläuft, • welche Arten von Optimierungen auf Assembler-Niveau durchzuführen sind, • wie die Registerallokation vonstatten geht, und • wie Speicherhierarchien effizient ausgenutzt werden. <p>Da Compiler für Eingebettete Systeme oft verschiedene Zielfunktionen optimieren sollen (z.B. durchschnittliche oder worst-case Laufzeit, Energieverbrauch, Code-Größe), lernen die Studierenden den Einfluss von Optimierungen auf diese verschiedenen Zielfunktionen zu beurteilen.</p>
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Studierende werden in die Lage versetzt, hochsprachlichen Programmcode in Maschinensprache zu übersetzen. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zu beurteilen, welche Art von Code-Optimierung innerhalb eines Compilers am effektivsten auf welchem Abstraktionsniveau (bspw. Quell- oder Assemblercode) durchzuführen ist.</p> <p>Während der Übungen erwerben die Studierenden die Fähigkeit, einen funktionierenden Compiler mitsamt Optimierungen zu implementieren.</p>

Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, ähnliche Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1692: Compiler für Eingebettete Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einleitung und Motivation • Compiler für Eingebettete Systeme - Anforderungen und Abhängigkeiten • Interne Struktur von Compilern • Pre-Pass Optimierungen • HIR Optimierungen und Transformationen • Code-Generierung • LIR Optimierungen und Transformationen • Register-Allokation • WCET-bewusste Code-Generierung • Ausblick
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Peter Marwedel. Embedded System Design - Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems. 2nd Edition, Springer, 2012. • Steven S. Muchnick. Advanced Compiler Design and Implementation. Morgan Kaufmann, 1997. • Andrew W. Appel. Modern compiler implementation in C. Oxford University Press, 1998.

Lehrveranstaltung L1693: Compiler für Eingebettete Systeme	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0550: Digital Image Analysis			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Bildanalyse (L0126)	Vorlesung	4	6
Modulverantwortlicher	Prof. Rolf-Rainer Grigat		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	System theory of one-dimensional signals (convolution and correlation, sampling theory, interpolation and decimation, Fourier transform, linear time-invariant systems), linear algebra (Eigenvalue decomposition, SVD), basic stochastics and statistics (expectation values, influence of sample size, correlation and covariance, normal distribution and its parameters), basics of Matlab, basics in optics		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> Describe imaging processes Depict the physics of sensorics Explain linear and non-linear filtering of signals Establish interdisciplinary connections in the subject area and arrange them in their context Interpret effects of the most important classes of imaging sensors and displays using mathematical methods and physical models. <p>Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> Use highly sophisticated methods and procedures of the subject area Identify problems and develop and implement creative solutions. <p>Students can solve simple arithmetical problems relating to the specification and design of image processing and image analysis systems.</p> <p>Students are able to assess different solution approaches in multidimensional decision-making areas.</p> <p>Students can undertake a prototypical analysis of processes in Matlab.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Wissen</i></p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten, Umfang Vorlesung und Materialien im StudIP		

Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht</p>
---	---

Lehrveranstaltung L0126: Digital Image Analysis	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Rolf-Rainer Grigat
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Image representation, definition of images and volume data sets, illumination, radiometry, multispectral imaging, reflectivities, shape from shading • Perception of luminance and color, color spaces and transforms, color matching functions, human visual system, color appearance models • imaging sensors (CMOS, CCD, HDR, X-ray, IR), sensor characterization(EMVA1288), lenses and optics • spatio-temporal sampling (interpolation, decimation, aliasing, leakage, moiré, flicker, apertures) • features (filters, edge detection, morphology, invariance, statistical features, texture) • optical flow (variational methods, quadratic optimization, Euler-Lagrange equations) • segmentation (distance, region growing, cluster analysis, active contours, level sets, energy minimization and graph cuts) • registration (distance and similarity, variational calculus, iterative closest points)
Literatur	<p>Bredies/Lorenz, Mathematische Bildverarbeitung, Vieweg, 2011 Wedel/Cremers, Stereo Scene Flow for 3D Motion Analysis, Springer 2011 Handels, Medizinische Bildverarbeitung, Vieweg, 2000 Pratt, Digital Image Processing, Wiley, 2001 Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall, 1989</p>

Modul M0836: Communication Networks

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Ausgewählte Themen der Kommunikationsnetze (L0899)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Kommunikationsnetze (L0897)	Vorlesung	2	2
Übung Kommunikationsnetze (L0898)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel
------------------------------	-------------------------

Zulassungsvoraussetzungen	None
----------------------------------	------

Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamental stochastics • Basic understanding of computer networks and/or communication technologies is beneficial
---------------------------------	---

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	Students are able to describe the principles and structures of communication networks in detail. They can explain the formal description methods of communication networks and their protocols. They are able to explain how current and complex communication networks work and describe the current research in these examples.
<i>Wissen</i>	
Personale Kompetenzen	Students are able to evaluate the performance of communication networks using the learned methods. They are able to work out problems themselves and apply the learned methods. They can apply what they have learned autonomously on further and new communication networks.
<i>Fertigkeiten</i>	
Sozialkompetenz	Students are able to define tasks themselves in small teams and solve these problems together using the learned methods. They can present the obtained results. They are able to discuss and critically analyse the solutions.
<i>Sozialkompetenz</i>	
Selbstständigkeit	Students are able to obtain the necessary expert knowledge for understanding the functionality and performance capabilities of new communication networks independently.
<i>Selbstständigkeit</i>	

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

Studienleistung	Keine
------------------------	-------

Prüfung	Referat
----------------	---------

Prüfungsdauer und -umfang	1,5 Stunden Kolloquium mit je drei Prüflingen, also ca. 30 min je Prüfling. Inhalt des Kolloquiums sind die Poster der vorhergehenden Postersession sowie die Lehrinhalte.
----------------------------------	--

Zuordnung zu folgenden	Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und
-------------------------------	--

Curricula	zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronik: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht
------------------	--

Lehrveranstaltung L0899: Selected Topics of Communication Networks	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Example networks selected by the students will be researched on in a PBL course by the students in groups and will be presented in a poster session at the end of the term.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • see lecture

Lehrveranstaltung L0897: Communication Networks	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Skript des Instituts für Kommunikationsnetze • Tannenbaum, Computernetzwerke, Pearson-Studium <p>Further literature is announced at the beginning of the lecture.</p>

Lehrveranstaltung L0898: Communication Networks Exercise	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Part of the content of the lecture Communication Networks are reflected in computing tasks in groups, others are motivated and addressed in the form of a PBL exercise.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • announced during lecture

Modul M0638: Modern Wireless Systems				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Ausgewählte Themen moderner Funkssysteme (L1982)		Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Moderne Funkssysteme (L0296)		Vorlesung	3	3
Modulverantwortlicher	Dr. Rainer Grünheid			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Lecture "Digital Communications" • Lecture "Advanced Concepts of Wireless Communications" 			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Students have an overview of a variety of contemporary wireless systems of different size and complexity. They understand the technical solutions from the perspective of the physical and data link layer. They have developed a system view and are aware of the technical arguments, considering the respective applications and associated constraints. For several examples (e.g., Long Term Evolution, LTE), students are able to explain different concepts in a very deep technical detail.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Students have developed a system view. They can transfer their knowledge to evaluate other systems, not discussed in the lecture, and to understand the respective technical solutions. Given specific constraints and technical requirements, students are in a position to make proposals for certain design aspects by an appropriate assessment and the consideration of alternatives.</p>			
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students can jointly elaborate tasks in small groups and present their results in an adequate fashion.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are able to extract necessary information from given literature sources and put it into the perspective of the lecture. They can continuously check their level of expertise with the help of accompanying measures (such as online tests, clicker questions, exercise tasks) and, based on that, to steer their learning process accordingly. They can relate their acquired knowledge to topics of other lectures, e.g., "Digital Communications" and "Advanced Topics of Wireless Communications".</p>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend	Schluss	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	Keiner	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung	PBL-Kurs mit Posterpräsentation
Prüfung	Mündliche Prüfung			
Prüfungsdauer und -umfang	40 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L1982: Selected Topics of Modern Wireless Systems	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Rainer Grünheid
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>In this course, selected "hot" topics of modern wireless systems will be covered. For that purpose, students work in groups to elaborate a given subject. The results will be presented in a poster session towards the end of the semester. Possible topics can include various system concepts and related technical principles, such as:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5G systems • Millimeter wave communication • Visible light communication • Cooperative Multipoint • Massive MIMO • Massive machine-type communication • Interference cancellation • Non-orthogonal multiple access • Heterogeneous networks • ...
Literatur	will be provided, depending on the given topics

Lehrveranstaltung L0296: Modern Wireless Systems	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Rainer Grünheid
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>The lecture gives an overview of contemporary wireless communication concepts and related techniques from a system point of view. For that purpose, different systems, ranging from Wireless Personal to Wide Area Networks, are covered, mainly discussing the physical and data link layer.</p> <p>Systems under consideration include:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ZigBee / IEEE 802.15.4 - Bluetooth - IEEE 802.11 family - Long Term Evolution (LTE) and LTE Advanced - WiMAX <p>A special focus is placed on 4th generation networks; in particular, an in-depth view into the technical principles of the Long Term Evolution (LTE / LTE Advanced) standard is given, with an emphasis on multiple antenna techniques.</p>
Literatur	<p>John G. Proakis, Masoud Salehi: Digital Communications. 5th Edition, Irwin/McGraw Hill, 2007</p> <p>Stefani Sesia, Issam Toufik, Matthew Baker: LTE - The UMTS Long Term Evolution. Second Edition, Wiley, 2011</p> <p>Jeffrey G. Andrews, Arunabha Ghosh, Rias Muhamed: Fundamentals of WiMAX. Prentice Hall, 2007</p>

Modul M0839: Traffic Engineering	
Lehrveranstaltungen	
Titel	Typ SWS LP
Seminar Traffic Engineering (L0902)	Seminar 2 2
Traffic Engineering (L0900)	Vorlesung 2 2
Traffic Engineering Übung (L0901)	Gruppenübung 1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentals of communication or computer networks • Stochastics
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
<i>Wissen</i>	Students are able to describe methods for planning, optimisation and performance evaluation of communication networks.
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to solve typical planning and optimisation tasks for communication networks. Furthermore they are able to evaluate the network performance using queuing theory.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to apply independently what they have learned to other and new problems. They can present their results in front of experts and discuss them.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0902: Seminar Traffic Engineering	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Selected applications of methods for planning, optimization, and performance evaluation of communication networks, which have been introduced in the traffic engineering lecture are prepared by the students and presented in a seminar.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • U. Killat, Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen, Vieweg + Teubner • further literature announced in the lecture

Lehrveranstaltung L0900: Traffic Engineering	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Network Planning and Optimization</p> <ul style="list-style-type: none"> • Linear Programming (LP) • Network planning with LP solvers • Planning of communication networks <p>Queueing Theory for Communication Networks</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stochastic processes • Queueing systems • Switches (circuit- and packet switching) • Network of queues
Literatur	<p>Literatur: U. Killat, Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen, Springer Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekanntgegeben</p> <p>/</p> <p>Literature: U. Killat, Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen, Springer further literature announced in the lecture</p>

Lehrveranstaltung L0901: Traffic Engineering Exercises	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Accompanying exercise for the traffic engineering course
Literatur	Literatur: U. Killat, Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen, Springer Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekanntgegeben / Literature: U. Killat, Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen, Springer further literature announced in the lecture

Modul M0738: Digital Audio Signal Processing

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Audiosignalverarbeitung (L0650)	Vorlesung	3	4
Digitale Audiosignalverarbeitung (L0651)	Hörsaalübung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Udo Zölzer
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Signals and Systems
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	Die Studierenden können die grundlegenden Verfahren und Methoden der digitalen Audiosignalverarbeitung erklären. Sie können die wesentlichen physikalischen Effekte bei der Sprach- und Audiosignalverarbeitung erläutern und in Kategorien einordnen. Sie können einen Überblick der numerischen Methoden und messtechnischen Charakterisierung von Algorithmen zur Audiosignalverarbeitung geben. Sie können die erarbeiteten Algorithmen auf weitere Anwendungen im Bereich der Informationstechnik und Informatik abstrahieren.
<i>Wissen</i>	
Fertigkeiten	The students will be able to apply methods and techniques from audio signal processing in the fields of mobile and internet communication. They can rely on elementary algorithms of audio signal processing in form of Matlab code and interactive JAVA applets. They can study parameter modifications and evaluate the influence on human perception and technical applications in a variety of applications beyond audio signal processing. Students can perform measurements in time and frequency domain in order to give objective and subjective quality measures with respect to the methods and applications.
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	The students can work in small groups to study special tasks and problems and will be enforced to present their results with adequate methods during the exercise.
<i>Selbstständigkeit</i>	The students will be able to retrieve information out of the relevant literature in the field and put it into the context of the lecture. They can relate their gathered knowledge and relate them to other lectures (signals and systems, digital communication systems, image and video processing, and pattern recognition). They will be prepared to understand and communicate problems and effects in the field audio signal processing.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	45 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung

Lehrveranstaltung L0650: Digital Audio Signal Processing	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Udo Zölzer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction (Studio Technology, Digital Transmission Systems, Storage Media, Audio Components at Home) • Quantization (Signal Quantization, Dither, Noise Shaping, Number Representation) • AD/DA Conversion (Methods, AD Converters, DA Converters, Audio Processing Systems, Digital Signal Processors, Digital Audio Interfaces, Single-Processor Systems, Multiprocessor Systems) • Equalizers (Recursive Audio Filters, Nonrecursive Audio Filters, Multi-Complementary Filter Bank) • Room Simulation (Early Reflections, Subsequent Reverberation, Approximation of Room Impulse Responses) • Dynamic Range Control (Static Curve, Dynamic Behavior, Implementation, Realization Aspects) • Sampling Rate Conversion (Synchronous Conversion, Asynchronous Conversion, Interpolation Methods) • Data Compression (Lossless Data Compression, Lossy Data Compression, Psychoacoustics, ISO-MPEG1 Audio Coding)
Literatur	<p>- U. Zölzer, Digitale Audiosignalverarbeitung, 3. Aufl., B.G. Teubner, 2005 .</p> <p>- U. Zölzer, Digitale Audio Signal Processing, 2nd Edition, J. Wiley & Sons, 2005.</p> <p>- U. Zölzer (Ed), Digital Audio Effects, 2nd Edition, J. Wiley & Sons, 2011.</p>

Lehrveranstaltung L0651: Digital Audio Signal Processing	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Udo Zölzer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1526: Forschungsprojekt und Seminar in Nachrichten- und Kommunikationstechnik

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Dozenten des SD E		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Fortgeschrittener Kenntnisstand im Master-Studium Elektrotechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierenden kennen aktuelle Forschungsprojekte der Institute in d e r Vertiefungsrichtung. Sie können die grundlegenden wissenschaftlichen Methoden nennen, mit denen an diesen gearbeitet wird. Sie können weiterhinim Diskurs einschlägige Fachbegriffe verwenden und Forschungsthemen erläutern.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ein eigenständiges Teilprojekt in aktuell laufenden Forschungsprojekten der Institute in der Vertiefungsrichtung durchzuführen. Studierende können ihre Vorgehensweise zur Lösung einer Aufgabe begründen, aus den gewonnen Ergebnissen Schlussfolgerungen ziehen und wenn nötig neue Arbeitsmethoden finden. Studierende sind in der Lage, alternative Lösungskonzepte mit dem gewählten Ansatz bzgl. vorgegebener Kriterien zu vergleichen und zu beurteilen.</p> <p><i>Personale Kompetenzen</i></p> <p>Die Studierenden können sich ein für sie neues Thema inhaltlich erschießen. Sie verknüpfen dazu die Inhalte ihres bisherigen Studiums mit dem vorgegebenen Thema und schließen Wissenslücken durch Fachgespräche mit wissenschaftlichen Mitarbeitern und eigene Recherchen (z.B. im Internet oder in Fachliteratur). Sie können wissenschaftliche Veröffentlichungen zusammenfassen und präsentieren.</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, mit Mitarbeitern der betreuenden Institute fachlich den Fortschritt der Arbeit zu diskutieren und ihre Endergebnisse adressatengerecht zu präsentieren.</p> <p>Die Studierenden können in Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Mitarbeitern aktuelle Themen aus der Forschung erarbeiten, diskutieren und reflektieren. Sie können Zusammenfassungen derselben in englischer Sprache vor einem Fachpublikum präsentieren und erläutern.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, anhand der im bisherigen Studium erworbenen Kompetenzen sich selbstständig aus aktuellen Forschungsprojekten sinnvolle Aufgaben zu definieren, dazu notwendiges Wissen zu erschließen sowie geeignete Lösungsmethoden auszuwählen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext des Seminars zu setzen. Sie erschließen sich eigenständig weitere Quellen im Internet. Sie können inhaltlich einen Bezug zu ihrer gewählten Vertiefungsrichtung herstellen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	12		

Studienleistung	Keine
Prüfung	Studienarbeit
Prüfungsdauer und -umfang	gem. ASPO
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Pflicht

Fachmodule der Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik

Die Studierenden werden in dieser Vertiefungsrichtung in den Entwurf von CMOS-Schaltungen und deren Herstellungstechnologie eingeführt. In Lehr-Projekten erwerben sie Kenntnisse und Kompetenzen im Umgang mit den wichtigsten Software-Tools für die Simulation der Schaltungen am Rechner und über deren Strukturierung. Zu den Kompetenzen zählt auch ein solides Verständnis von möglichen Problemen, die die Zuverlässigkeit der Schaltungen gefährden können, und deren Lösungen. Weiterhin erhalten die Studierenden in dem Gebiet der Mikrosystemtechnik Kompetenzen in der Herstellungstechnologie von Mikrosystemen und in der Anwendung von Software zum Design dieser Systeme. Den Studierenden wird so das erforderliche Rüstzeug vermittelt, sowohl anspruchsvolle integrierte Schaltungen als auch Mikrosysteme zu entwickeln und zu innovativen Einheiten zusammenzufügen.

Modul M0643: Optoelectronics I - Wave Optics

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Optoelektronik I: Wellenoptik (L0359)	Vorlesung	2	3
Optoelektronik I: Wellenoptik (Übung) (L0361)	Gruppenübung	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Manfred Eich
------------------------------	--------------------

Zulassungsvoraussetzungen	None
----------------------------------	------

Empfohlene Vorkenntnisse	Basics in electrodynamics, calculus
---------------------------------	-------------------------------------

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<p>Students can explain the fundamental mathematical and physical relations of freely propagating optical waves. They can give an overview on wave optical phenomena such as diffraction, reflection and refraction, etc. Students can describe waveoptics based components such as electrooptical modulators in an application oriented way.</p>
<i>Wissen</i>	
Fertigkeiten	<p>Students can generate models and derive mathematical descriptions in relation to free optical wave propagation. They can derive approximative solutions and judge factors influential on the components' performance.</p>
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	<p>Students can jointly solve subject related problems in groups. They can present their results effectively within the framework of the problem solving course.</p>
<i>Sozialkompetenz</i>	
	<p>Students are capable to extract relevant information from the provided references and to relate this information to the content of the lecture. They can reflect their acquired level of expertise with the help of lecture</p>

<i>Selbstständigkeit</i>	accompanying measures such as exam typical exam questions. Students are able to connect their knowledge with that acquired from other lectures.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Leistungspunkte	4
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	40 Minuten
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0359: Optoelectronics I: Wave Optics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Manfred Eich
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to optics • Electromagnetic theory of light • Interference • Coherence • Diffraction • Fourier optics • Polarisation and Crystal optics • Matrix formalism • Reflection and transmission • Complex refractive index • Dispersion • Modulation and switching of light
Literatur	Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley 2007 Hecht, E., Optics, Benjamin Cummings, 2001 Goodman, J.W. Statistical Optics, Wiley, 2000 Lauterborn, W., Kurz, T., Coherent Optics: Fundamentals and Applications, Springer, 2002

Lehrveranstaltung L0361: Optoelectronics I: Wave Optics (Problem Solving Course)	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Manfred Eich
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics
Literatur	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics

Modul M0925: Digital Circuit Design

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Entwurf Digitaler Schaltungen (L0698)	Vorlesung	2	3
Erweiterter Digitaler Schaltungsentwurf (L0699)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Kuhl		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	40 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0698: Digital Circuit Design

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Volkhart Klinger
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L0699: Advanced Digital Circuit Design	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Volkhard Klinger
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M0747: Microsystem Design			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Mikrosystementwurf (L0683)	Vorlesung	2	3
Mikrosystementwurf (L0684)	Laborpraktikum	3	3
Modulverantwortlicher	Prof. Manfred Kasper		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematical Calculus, Linear Algebra, Microsystem Engineering		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>The students know about the most important and most common simulation and design methods used in microsystem design. The scientific background of finite element methods and the basic theory of these methods are known.</p> <p>Students are able to apply simulation methods and commercial simulators in a goal oriented approach to complex design tasks. Students know to apply the theory in order achieve estimates of expected accuracy and can judge and verify the correctness of results. Students are able to develop a design approach even if only incomplete information about material data or constraints are available. Student can make use of approximate and reduced order models in a preliminary design stage or a system simulation.</p>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	<p>Students are able to solve specific problems alone or in a group and to present the results accordingly. Students can develop and explain their solution approach and subdivide the design task to subproblems which are solved separately by group members.</p> <p>Students are able to acquire particular knowledge using specialized literature and to integrate and associate this knowledge with other fields.</p>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja Keiner	Schriftliche Ausarbeitung	
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0683: Microsystem Design	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Manfred Kasper
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Finite difference methods Approximation error Finite element method Order of convergence Error estimation, mesh refinement Makromodeling Reduced order modeling Black-box models System identification Multi-physics systems System simulation Levels of simulation, network simulation Transient problems Non-linear problems Introduction to Comsol Application to thermal, electric, electromagnetic, mechanical and fluidic problems
Literatur	M. Kasper: Mikrosystementwurf, Springer (2000) S. Senturia: Microsystem Design, Kluwer (2001)

Lehrveranstaltung L0684: Microsystem Design	
Typ	Laborpraktikum
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Manfred Kasper
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0761: Halbleitertechnologie

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Halbleitertechnologie (L0722)	Vorlesung	4	4
Halbleitertechnologie (L0723)	Laborpraktikum	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen in Physik, Chemie, Werkstoffen und Halbleiterbauelemente
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> die aktuellen Herstellungsmethoden für Si- und GaAs- Substrate beschreiben und erklären, die wesentlichen Prozesse, ihre Abfolge und Auswirkungen zur Herstellung von Halbleiterbauelementen und hochintegrierten Schaltungen erläutern und integrierte Prozessabläufe darstellen. <p>Studierende sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> eine Analyse der Einflüsse von Prozessparametern auf die Prozessierung durchzuführen, Prozesse auszuwählen und zu bewerten sowie Prozessfolgen für die Herstellung von Halbleiterbauelementen zu entwerfen.
Personale Kompetenzen	
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können in Gruppen Versuche planen, durchführen sowie die Ergebnisse präsentieren und vor anderen vertreten.
<i>Selbstständigkeit</i>	Keine
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative

Zuordnung zu folgenden Curricula	Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht
---	--

Lehrveranstaltung L0722: Halbleitertechnologie	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung (historische Betrachtung und Trends in der Mikroelektronik) • Werkstoffgrundlagen (Halbleiter, Kristalle, Miller-Indizes, Kristallfehler) • Kristallherstellung (Kristallzucht für Si und GaAs: Verunreinigungen, Reinigung, Czochralski-, Bridgeman- und Zonenschmelz-Verfahren) • Waferherstellung (Prozessabfolge, Parameter, SOI) • Prozessgrundlagen • Dotierung (Bändermodell, Dotierung, Dotierung durch Legieren, Dotierung durch Diffusion: Transportprozesse, Dotierungsprofile, Effekte höherer Ordnung und Prozesstechnik, Ionenimplantation: Theorie, Implantationsprofile, Channeling, Implantationsschäden, Ausheilprozesse und Anlagentechnik) • Oxidation (Siliziumdioxid: Struktur, elektrische Eigenschaften und Ladungen im Oxid, thermische Oxidation: Reaktionen, Kinetik, Einflüsse auf Wachstumsrate und Prozess- und Anlagentechnik, anodische Oxidation, Plasmaoxidation, thermische Oxidation von GaAs) • Abscheideverfahren (Theorie: Keimbildung, Schichtwachstum und Strukturzonenmodell, Wachstumsprozess, Reaktionskinetik, Temperatureinfluss und Reaktorbau; Epitaxie: Gasphasen-, Flüssigphasen-, Molekularstrahl-Epitaxie; CVD-Verfahren: APCVD, LPCVD, Abscheidung von Metallsiliziden, PECVD und LECVD; Grundlagen des Plasma, Anlagentechnik, PVD-Verfahren: Hochvakuum-Aufdampfen, Kathodenzerstäuben) • Strukturierungsverfahren (subtraktive Verfahren, Photolithographie: Lackeigenschaften, Belichtungsverfahren, Kontakt-, Abstand- und Projektionsbelichtung, Auflösungsgrenze, Probleme in der Praxis und Belichtungseinrichtungen, additive Verfahren: Abhebeteknik und galvanische Abscheidung, Auflösungsverbesserung: Excimerlaser-Lichtquelle, Immersions- und Phasenkontrast-Lithographie, Elektronenstrahl-Lithographie, Röntgen-Lithographie, EUV-Lithographie, Ionenstrahl-Lithographie, nasschemisches Ätzen: isotrop und anisotrop, Eckenunterätzung, Kompensationsmasken und Ätzstopppverfahren; Trockenätzen: plasmaunterstütztes Ätzen, Rückspütern, Ionenätzen, chemisches Trockenätzen, RIE, Seitenwandpassivierung) • Prozess-Integration (CMOS-Prozess, Bipolar-Prozess) • Aufbau- und Verbindungstechnik (Integrationshierarchien, Gehäuse, Chip-on-Board, Chip-Montageteknik, Verbindungstechniken: Drahtbonden, TAB und Flipchip-Technik, Waferlevel-Package, 3D-Stacking)

Literatur	S.K. Ghandi: VLSI Fabrication principles - Silicon and Gallium Arsenide, John Wiley & Sons
	S.M. Sze: Semiconductor Devices - Physics and Technology, John Wiley & Sons
	U. Hilleringmann: Silizium-Halbleitertechnologie, Teubner Verlag
	H. Beneking: Halbleitertechnologie - Eine Einführung in die Prozeßtechnik von Silizium und III-V-Verbindungen, Teubner Verlag
	K. Schade: Mikroelektroniktechnologie, Verlag Technik Berlin
	S. Campbell: The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication, Oxford University Press
	P. van Zant: Microchip Fabrication - A Practical Guide to Semiconductor Processing, McGraw-Hill

Lehrveranstaltung L0723: Halbleitertechnologie	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0918: Advanced IC Design

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Erweiterter IC-Entwurf (L0766)	Vorlesung	2	3
Erweiterter IC-Entwurf (L1057)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Kuhl
------------------------------	---------------------

Zulassungsvoraussetzungen	None
----------------------------------	------

Empfohlene Vorkenntnisse	Fundamentals of electrical engineering, electronic devices and circuits
---------------------------------	---

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the basic structure of the circuit simulator SPICE. • Students are able to describe the differences between the MOS transistor models of the circuit simulator SPICE. • Students can discuss the different concept for realization the hardware of electronic circuits. • Students can exemplify the approaches for "Design for Testability". • Students can specify models for calculation of the reliability of electronic circuits.
<i>Wissen</i>	
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> • Students can determine the input parameters for the circuit simulation program SPICE. • Students can select the most appropriate MOS modelling approaches for circuit simulations. • Students can quantify the trade-off of different design styles. • Students can determine the lot sizes and costs for reliability analysis.
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Students can compile design studies by themselves or together with partners. • Students are able to select the most efficient design methodology for a given task. • Students are able to define the work packages for design teams.
<i>Sozialkompetenz</i>	
Selbstständigkeit	
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students are able to assess the strengths and weaknesses of their design work in a self-contained manner. • Students can name and bring together all the tools required for total design flow.

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

Studienleistung	Keine
------------------------	-------

Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0766: Advanced IC Design	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Circuit-Simulator SPICE • SPICE-Models for MOS transistors • IC design • Technology of MOS circuits • Standard cell design • Design of gate arrays • CMOS transconductance and transimpedance amplifiers • frequency behavior of CMOS circuits • Techniques for improved circuit behaviour (e.g. cascodes, gain boosting, folding, ...) • Examples for realization of ASICs in the institute of nanoelectronics • Reliability of integrated circuits • Testing of integrated circuits
Literatur	<p>R. J. Baker, „CMOS-Circuit Design, Layout, and Simulation“, Wiley & Sons, IEEE Press, 2010</p> <p>B. Razavi, "Design of Analog CMOS Integrated Circuits", McGraw-Hill Education Ltd, 2000</p> <p>X. Liu, VLSI-Design Methodology Demystified; IEEE, 2009</p>

Lehrveranstaltung L1057: Advanced IC Design	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl, Weitere Mitarbeiter
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0919: Laboratory: Digital Circuit Design

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Praktischer Schaltungsentwurf - Digital (L0694)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	6
Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Kuhl		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge of semiconductor devices and circuit design		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<p>Fachkompetenz</p> <p><i>Wissen</i></p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the structure and philosophy of the software framework for circuit design. • Students can determine all necessary input parameters for circuit simulation. • Students are able to explain the functions of the logic gates of their digital design. • Students can explain the algorithms of checking routines. • Students are able to select the appropriate transistor models for fast and accurate simulations. <ul style="list-style-type: none"> • Students can activate and execute all necessary checking routines for verification of proper circuit functionality. • Students are able to run the input desks for definition of their electronic circuits. • Students can define the building blocks of digital systems. <ul style="list-style-type: none"> • Students are trained to work through complex circuits in teams. • Students are able to share their knowledge for efficient design work. • Students can help each other to understand all the details and options of the design software. • Students are aware of their limitations regarding circuit design, so they do not go ahead, but they involve experts when required. • Students can present their design approaches for easy checking by more experienced experts. <ul style="list-style-type: none"> • Students are able to realistically judge the status of their knowledge and to define actions for improvements when necessary. • Students can break down their design work in sub-tasks and can schedule the design work in a realistic way. • Students can handle the complex data structures of their design task and document it in concise but understandable way. • Students are able to judge the amount of work for a major design project. 		

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 152, Präsenzstudium 28
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0694: Laboratory: Digital Circuit Design	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 152, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Definition of specifications • Architecture studies • Digital simulation flow • Philosophy of standard cells • Placement and routing of standard cells • Layout generation • Design checking routines
Literatur	Handouts will be distributed

Modul M0644: Optoelectronics II - Quantum Optics

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Optoelektronik II: Quantenoptik (L0360)	Vorlesung	2	3
Optoelektronik II: Quantenoptik (Übung) (L0362)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Manfred Eich		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic principles of electrodynamics, optics and quantum mechanics		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Students can explain the fundamental mathematical and physical relations of quantum optical phenomena such as absorption, stimulated and spontaneous emission. They can describe material properties as well as technical solutions. They can give an overview on quantum optical components in technical applications.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Students can generate models and derive mathematical descriptions in relation to quantum optical phenomena and processes. They can derive approximative solutions and judge factors influential on the components' performance.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students can jointly solve subject related problems in groups. They can present their results effectively within the framework of the problem solving course.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are capable to extract relevant information from the provided references and to relate this information to the content of the lecture. They can reflect their acquired level of expertise with the help of lecture accompanying measures such as exam typical exam questions. Students are able to connect their knowledge with that acquired from other lectures.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	4		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	40 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht</p> <p>Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht</p>		

Lehrveranstaltung L0360: Optoelectronics II: Quantum Optics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Manfred Eich
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Generation of light • Photons • Thermal and nonthermal light • Laser amplifier • Noise • Optical resonators • Spectral properties of laser light • CW-lasers (gas, solid state, semiconductor) • Pulsed lasers
Literatur	<p>Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley 2007 Demtröder, W., Laser Spectroscopy: Basic Concepts and Instrumentation, Springer, 2002 Kasap, S.O., Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices, Prentice Hall, 2001 Yariv, A., Quantum Electronics, Wiley, 1988 Wilson, J., Hawkes, J., Optoelectronics: An Introduction, Prentice Hall, 1997, ISBN: 013103961X Siegman, A.E., Lasers, University Science Books, 1986</p>

Lehrveranstaltung L0362: Optoelectronics II: Quantum Optics (Problem Solving Course)	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Manfred Eich
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics
Literatur	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics

Modul M0768: Microsystems Technology in Theory and Practice

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Mikrosystemtechnologie (L0724)	Vorlesung	2	4
Mikrosystemtechnologie (L0725)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu
------------------------------	-----------------------

Zulassungsvoraussetzungen	None
----------------------------------	------

Empfohlene Vorkenntnisse	Basics in physics, chemistry, mechanics and semiconductor technology
---------------------------------	--

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<p>Students are able</p> <ul style="list-style-type: none"> • to present and to explain current fabrication techniques for microstructures and especially methods for the fabrication of microsensors and microactuators, as well as the integration thereof in more complex systems <p style="text-align: right;"><i>Wissen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • to explain in details operation principles of microsensors and microactuators and • to discuss the potential and limitation of microsystems in application. <p>Students are capable</p> <ul style="list-style-type: none"> • to analyze the feasibility of microsystems, • to develop process flows for the fabrication of microstructures and • to apply them. <p style="text-align: right;"><i>Fertigkeiten</i></p>
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to prepare and perform their lab experiments in team work as well as to present and discuss the results in front of audience.
<i>Selbstständigkeit</i>	None

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

	Verpflichtend	Art der Studienleistung	Beschreibung
			Studierenden führen in Kleingruppen ein Laborpraktikum

Studienleistung	Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	durch. Jede Gruppe präsentiert und diskutiert die Theorie sowie die Ergebnisse ihrer Labortätigkeit. vor dem gesamten Kurs.
Prüfung	Mündliche Prüfung			
Prüfungsdauer und -umfang	30 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht</p> <p>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht</p>			

Lehrveranstaltung L0724: Microsystems Technology	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction (historical view, scientific and economic relevance, scaling laws) • Semiconductor Technology Basics, Lithography (wafer fabrication, photolithography, improving resolution, next-generation lithography, nano-imprinting, molecular imprinting) • Deposition Techniques (thermal oxidation, epitaxy, electroplating, PVD techniques: evaporation and sputtering; CVD techniques: APCVD, LPCVD, PECVD and LECVD; screen printing) • Etching and Bulk Micromachining (definitions, wet chemical etching, isotropic etch with HNA, electrochemical etching, anisotropic etching with KOH/TMAH: theory, corner undercutting, measures for compensation and etch-stop techniques; plasma processes, dry etching: back sputtering, plasma etching, RIE, Bosch process, cryo process, XeF2 etching) • Surface Micromachining and alternative Techniques (sacrificial etching, film stress, stiction: theory and counter measures; Origami microstructures, Epi-Poly, porous silicon, SOI, SCREAM process, LIGA, SU8, rapid prototyping) • Thermal and Radiation Sensors (temperature measurement, self-generating sensors: Seebeck effect and thermopile; modulating sensors: thermo resistor, Pt-100, spreading resistance sensor, pn junction, NTC and PTC; thermal anemometer, mass flow sensor, photometry, radiometry, IR sensor: thermopile and bolometer) • Mechanical Sensors (strain based and stress based principle, capacitive readout, piezoresistivity, pressure sensor: piezoresistive, capacitive and fabrication process; accelerometer: piezoresistive, piezoelectric and capacitive; angular rate sensor: operating principle and fabrication process) • Magnetic Sensors (galvanomagnetic sensors: spinning current Hall sensor and magneto-transistor; magnetoresistive sensors: magneto resistance, AMR)

Inhalt	<p>and GMR, fluxgate magnetometer)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemical and Bio Sensors (thermal gas sensors: pellistor and thermal conductivity sensor; metal oxide semiconductor gas sensor, organic semiconductor gas sensor, Lambda probe, MOSFET gas sensor, pH-FET, SAW sensor, principle of biosensor, Clark electrode, enzyme electrode, DNA chip) • Micro Actuators, Microfluidics and TAS (drives: thermal, electrostatic, piezo electric and electromagnetic; light modulators, DMD, adaptive optics, microscanner, microvalves: passive and active, micropumps, valveless micropump, electrokinetic micropumps, micromixer, filter, inkjet printhead, microdispenser, microfluidic switching elements, microreactor, lab-on-a-chip, microanalytics) • MEMS in medical Engineering (wireless energy and data transmission, smart pill, implantable drug delivery system, stimulators: microelectrodes, cochlear and retinal implant; implantable pressure sensors, intelligent osteosynthesis, implant for spinal cord regeneration) • Design, Simulation, Test (development and design flows, bottom-up approach, top-down approach, testability, modelling: multiphysics, FEM and equivalent circuit simulation; reliability test, physics-of-failure, Arrhenius equation, bath-tub relationship) • System Integration (monolithic and hybrid integration, assembly and packaging, dicing, electrical contact: wire bonding, TAB and flip chip bonding; packages, chip-on-board, wafer-level-package, 3D integration, wafer bonding: anodic bonding and silicon fusion bonding; micro electroplating, 3D-MID)
Literatur	<p>M. Madou: Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, 2002</p> <p>N. Schwesinger: Lehrbuch Mikrosystemtechnik, Oldenbourg Verlag, 2009</p> <p>T. M. Adams, R. A. Layton: Introductory MEMS, Springer, 2010</p> <p>G. Gerlach; W. Dötzel: Introduction to microsystem technology, Wiley, 2008</p>

Lehrveranstaltung L0725: Microsystems Technology	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1048: Integrated Circuit Design

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Entwurf Integrierter Schaltungen (L0691)	Vorlesung	3	4
Entwurf Integrierter Schaltungen (L0998)	Gruppenübung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Kuhl
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge of (solid-state) physics and mathematics. Knowledge in fundamentals of electrical engineering and electrical networks.
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> Students can explain basic concepts of electron transport in semiconductor devices (energy bands, generation/recombination, carrier concentrations, drift and diffusion current densities, semiconductor device equations). Students are able to explain functional principles of pn-diodes, MOS capacitors, and MOSFETs using energy band diagrams. Students can present and discuss current-voltage relationships and small-signal equivalent circuits of these devices. Students can explain the physics and current-voltage behavior transistors based on charged carrier flow. Students are able to explain the basic concepts for static and dynamic logic gates for integrated circuits Students can exemplify approaches for low power consumption on the device and circuit level Students can describe the potential and limitations of analytical expression for device and circuit analysis. Students can explain characterization techniques for MOS devices.
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Students can qualitatively construct energy band diagrams of the devices for varying applied voltages. Students are able to qualitatively determine electric field, carrier concentrations, and charge flow from energy band diagrams. Students can understand scientific publications from the field of semiconductor devices. Students can calculate the dimensions of MOS devices in dependence of the circuits properties Students can design complex electronic circuits and anticipate possible problems. Students know procedure for optimization regarding high performance and low power consumption
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> Students can team up with other experts in the field to work out innovative solutions. Students are able to work by their own or in small groups for solving problems and answer scientific questions. Students have the ability to critically question the value of their contributions to working groups.
<i>Sozialkompetenz</i>	

<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students are able to assess their knowledge in a realistic manner. • Students are able to define their personal approaches to solve challenging problems
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht</p> <p>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht</p> <p>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht</p>

Lehrveranstaltung L0691: Integrated Circuit Design	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Electron transport in semiconductors • Electronic operating principles of diodes, MOS capacitors, and MOS field-effect transistors • MOS transistor as four terminal device • Performance degradation due to short channel effects • Scaling-down of MOS technology • Digital logic circuits • Basic analog circuits • Operational amplifiers • Bipolar and BiCMOS circuits
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Yuan Taur, Tak H. Ning: Fundamentals of Modern VLSI Devices, Cambridge University Press 1998 • R. Jacob Baker: CMOS, Circuit Design, Layout and Simulation, IEEE Press, Wiley Interscience, 3rd Edition, 2010 • Neil H.E. Weste and David Money Harris, Integrated Circuit Design, Pearson, 4th International Edition, 2013 • John E. Ayers, Digital Integrated Circuits: Analysis and Design, CRC Press, 2009 • Richard C. Jaeger and Travis N. Blalock: Microelectronic Circuit Design, Mc Graw-Hill, 4rd. Edition, 2010

Lehrveranstaltung L0998: Integrated Circuit Design	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1589: Laboratory: Analog Circuit Design

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Praktischer Schaltungsentwurf - Analog (L0692)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	6
Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Kuhl		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge of semiconductor devices and circuit design		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<p>Fachkompetenz</p> <p><i>Wissen</i></p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the structure and philosophy of the software framework for circuit design. • Students can determine all necessary input parameters for circuit simulation. • Students know the basics physics of the analog behavior. • Students can explain the algorithms of circuit verification. • Students are able to select the appropriate transistor models for fast and accurate simulations. <ul style="list-style-type: none"> • Students can activate and execute all necessary checking routines for verification of proper circuit functionality. • Students can define the specifications of the electronic circuits to be designed. • Students can optimize the electronic circuits for low-noise and low-power. • Students can develop analog circuits for specific applications. <ul style="list-style-type: none"> • Students are trained to work through complex circuits in teams. • Students are able to share their knowledge for efficient design work. • Students can help each other to understand all the details and options of the design software. • Students are aware of their limitations regarding circuit design, so they do not go ahead, but they involve experts when required. • Students can present their design approaches for easy checking by more experienced experts. <ul style="list-style-type: none"> • Students are able to realistically judge the status of their knowledge and to define actions for improvements when necessary. • Students can break down their design work in sub-tasks and can schedule the design work in a realistic way. • Students can handle the complex data structures of their design task and document it in concise but understandable way. • Students are able to judge the amount of work for a major design 		

	project.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 152, Präsenzstudium 28
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0692: Laboratory: Analog Circuit Design	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 152, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl, Weitere Mitarbeiter
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Input desk for circuits • Algorithms for simulation • MOS transistor model • Simulation of analog circuits • Placement and routing • Generation of layouts • Design checking routines • Postlayout simulations
Literatur	Handouts to be distributed

Modul M1527: Forschungsprojekt und Seminar in Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Dozenten des SD E		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Fortgeschrittener Kenntnisstand im Master-Studium Elektrotechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierenden kennen aktuelle Forschungsprojekte der Institute in d e r Vertiefungsrichtung. Sie können die grundlegenden wissenschaftlichen Methoden nennen, mit denen an diesen gearbeitet wird. Sie können weiterhinim Diskurs einschlägige Fachbegriffe verwenden und Forschungsthemen erläutern.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ein eigenständiges Teilprojekt in aktuell laufenden Forschungsprojekten der Institute in der Vertiefungsrichtung durchzuführen. Studierende können ihre Vorgehensweise zur Lösung einer Aufgabe begründen, aus den gewonnen Ergebnissen Schlussfolgerungen ziehen und wenn nötig neue Arbeitsmethoden finden. Studierende sind in der Lage, alternative Lösungskonzepte mit dem gewählten Ansatz bzgl. vorgegebener Kriterien zu vergleichen und zu beurteilen.</p> <p>Die Studierenden können sich ein für sie neues Thema inhaltlich erschießen. Sie verknüpfen dazu die Inhalte ihres bisherigen Studiums mit dem vorgegebenen Thema und schließen Wissenslücken durch Fachgespräche mit wissenschaftlichen Mitarbeitern und eigene Recherchen (z.B. im Internet oder in Fachliteratur). Sie können wissenschaftliche Veröffentlichungen zusammenfassen und präsentieren.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, mit Mitarbeitern der betreuenden Institute fachlich den Fortschritt der Arbeit zu diskutieren und ihre Endergebnisse adressatengerecht zu präsentieren.</p> <p>Die Studierenden können in Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Mitarbeitern aktuelle Themen aus der Forschung erarbeiten, diskutieren und reflektieren. Sie können Zusammenfassungen derselben in englischer Sprache vor einem Fachpublikum präsentieren und erläutern.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, anhand der im bisherigen Studium erworbenen Kompetenzen sich selbstständig aus aktuellen Forschungsprojekten sinnvolle Aufgaben zu definieren, dazu notwendiges Wissen zu erschließen sowie geeignete Lösungsmethoden auszuwählen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext des Seminars zu setzen. Sie erschließen sich eigenständig weitere Quellen im Internet. Sie können inhaltlich einen Bezug zu ihrer gewählten Vertiefungsrichtung herstellen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	12		

Studienleistung	Keine
Prüfung	Studienarbeit
Prüfungsdauer und -umfang	gem. ASPO
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Pflicht

Modul M0781: EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme (L0770)	Vorlesung	3	4
EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme (L0771)	Gruppenübung	1	1
EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme (L0774)	Laborpraktikum	1	1

Modulverantwortlicher Prof. Christian Schuster

Zulassungsvoraussetzungen Keine

Empfohlene Vorkenntnisse Grundlagen der Elektrotechnik

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

Fachkompetenz	<p>Die Studierenden können die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten, Zusammenhänge und Methoden der Signalintegrität und der Güte der Spannungsversorgung (Powerintegrität) elektronischer Systeme erklären und in den Kontext des störungsfreien Aufbaus bzw. der elektromagnetischen Verträglichkeit solcher Systeme setzen. Sie können das prinzipielle Verhalten von Signalen und Spannungsversorgung vor dem Hintergrund der typischen Aufbau- und Verbindungstechnik erläutern. Sie können Lösungsstrategien für Probleme der Signal- und Powerintegrität vorschlagen und beschreiben. Sie können einen Überblick über messtechnische und numerische Methoden zur Charakterisierung der Signal- und Powerintegrität in der elektrotechnischen Praxis geben.</p>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden können eine Reihe von Verfahren zur Modellbildung zur Beschreibung des elektromagnetischen Verhaltens typischer Aufbau- und Verbindungstechnik elektronischer Systeme anwenden. Sie können einschätzen, welche prinzipiellen Effekte diese Modelle in Bezug auf die Signal- und Powerintegrität vorhersagen, können diese klassifizieren und quantitativ analysieren. Sie können Lösungsstrategien aus diesen Vorhersagen ableiten und für die Anwendung in der elektrotechnischen Praxis dimensionieren. Sie können verschiedene Lösungsstrategien gegeneinander abwägen.</p>
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise auf Englisch präsentieren (z.B. während der CAD-Übungen).</p>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Theoretischer Elektrotechnik, Nachrichtentechnik und Halbleiterschaltungstechnik) verknüpfen. Sie können Probleme und Lösungen im Bereich der Signal- und</p>

	Powerintegrität der Aufbau- und Verbindungstechnik auf Englisch kommunizieren.								
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70								
Leistungspunkte	6								
Studienleistung	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Verpflichtend</th> <th>Art der Studienleistung</th> <th>Bonus</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ja</td> <td>Keiner</td> <td></td> <td>Referat</td> </tr> </tbody> </table>	Verpflichtend	Art der Studienleistung	Bonus	Beschreibung	Ja	Keiner		Referat
Verpflichtend	Art der Studienleistung	Bonus	Beschreibung						
Ja	Keiner		Referat						
Prüfung	Mündliche Prüfung								
Prüfungsdauer und -umfang	45 min								
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht</p>								

Lehrveranstaltung L0770: EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Die Rolle von Packages und Interconnects in elektronischen Systemen - Komponenten der Aufbau- und Verbindungstechnik elektronischer Systeme - Hauptziele und Konzepte der Signal- und Powerintegrität elektronischer Systeme - Wiederholung relevanter Konzepte der elektromagnetischen Feldtheorie - Eigenschaften digitaler Signale und Systeme - Entwurf und Charakterisierung der Signalintegrität - Entwurf und Charakterisierung der Spannungsversorgung - Techniken und Geräte zur Messung in Zeit- und Frequenzbereich - CAD-Werkzeuge für elektrische Analyse und Entwurf von Packages und Interconnects - Bezug zur gesamten elektromagnetischen Verträglichkeit von elektronischen Systemen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - J. Franz, "EMV: Störungssicherer Aufbau elektronischer Schaltungen", Springer (2012) - R. Tummala, "Fundamentals of Microsystems Packaging", McGraw-Hill (2001) - S. Ramo, J. Whinnery, T. Van Duzer, "Fields and Waves in Communication Electronics", Wiley (1994) - S. Thierauf, "Understanding Signal Integrity", Artech House (2010) - M. Swaminathan, A. Engin, "Power Integrity Modeling and Design for Semiconductors and Systems", Prentice-Hall (2007)

Lehrveranstaltung L0771: EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0774: EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Die Rolle von Packages und Interconnects in elektronischen Systemen - Komponenten der Aufbau- und Verbindungstechnik elektronischer Systeme - Hauptziele und Konzepte der Signal- und Powerintegrität elektronischer Systeme - Wiederholung relevanter Konzepte der elektromagnetischen Feldtheorie - Eigenschaften digitaler Signale und Systeme - Entwurf und Charakterisierung der Signalintegrität - Entwurf und Charakterisierung der Spannungsversorgung - Techniken und Geräte zur Messung in Zeit- und Frequenzbereich - CAD-Werkzeuge für elektrische Analyse und Entwurf von Packages und Interconnects - Bezug zur gesamten elektromagnetischen Verträglichkeit von elektronischen Systemen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - J. Franz, "EMV: Störungssicherer Aufbau elektronischer Schaltungen", Springer (2012) - R. Tummala, "Fundamentals of Microsystems Packaging", McGraw-Hill (2001) - S. Ramo, J. Whinnery, T. Van Duzer, "Fields and Waves in Communication Electronics", Wiley (1994) - S. Thierauf, "Understanding Signal Integrity", Artech House (2010) - M. Swaminathan, A. Engin, "Power Integrity Modeling and Design for Semiconductors and Systems", Prentice-Hall (2007)

Modul M0913: Mixed-signal Circuit Design

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Mixed-signal Schaltungsentwurf (L0764)	Vorlesung	2	3
Mixed-signal Schaltungsentwurf (L1063)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Kuhl
------------------------------	---------------------

Zulassungsvoraussetzungen	None
----------------------------------	------

Empfohlene Vorkenntnisse	Advanced knowledge of analog or digital MOS devices and circuits
---------------------------------	--

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	Wissen	Fertigkeiten	Personale Kompetenzen	Sozialkompetenz	Selbstständigkeit
	<ul style="list-style-type: none"> Students can explain the descriptive parameters of mixed-signal systems Students can explain various architectures of analog-to-digital and digital-to-analog converters Students are able to explain the fundamental limitations of different analog-to-digital and digital-to-analog converters 	<ul style="list-style-type: none"> Students can derive the fundamental limitations of different analog-to-digital and digital-to-analog converters Students can select the most suitable architecture for a specific mixed-signal task Students can describe complex mixed-signal systems by their functional blocks. Students can calculate the specifications of mixed-signal circuits 	<ul style="list-style-type: none"> Students can team up with one or several partners who may have different professional backgrounds Students are able to work by their own or in small groups for solving problems and answer scientific questions. 	<ul style="list-style-type: none"> Students are able to assess their knowledge in a realistic manner. Students are able to draw scenarios for estimation of the impact of an increase of data vs. an increase of energy on the future lifestyle of the society. 	

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

Studienleistung	Verpflichtend		Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	Keiner		
	Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	

Prüfung	Klausur
----------------	---------

Prüfungsdauer und -umfang	90 min
----------------------------------	--------

Zuordnung zu folgenden	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik; Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik;
-------------------------------	---

	Curricula	Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Complements: Wahlpflicht			
--	------------------	--	--	--	--

Lehrveranstaltung L0764: Mixed-signal Circuit Design	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Differences between analog and digital filtering of electrical signals • Quantization error and its consideration in electrical circuits • Architectures of state-of-the-art digital-to-analog converters • Architectures of state-of-the-art analog-to-digital converters • Differentiation between Nyquist and oversampling converters • noise in ADCs and DACs
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • R. J. Baker, „CMOS-Circuit Design, Layout, and Simulation“, Wiley & Sons, IEEE Press, 2010 • B. Razavi, "Design of Analog CMOS Integrated Circuits", McGraw-Hill Education Ltd, 2000

Lehrveranstaltung L1063: Mixed-signal Circuit Design	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik

Diese Vertiefungsrichtung bietet den Studierenden eine breite Modulpalette mit Bezug zu verschiedenen regelungs- sowie energietechnischen Konzepten, Prozessmess- und -automatisierungstechnik, Robotik, Kommunikationsnetzen sowie Methoden der digitalen Signalverarbeitung.

Die Studierenden werden einerseits in die Lage versetzt, komplexe dynamische Systeme wie Elektroenergiesysteme zu analysieren, zu modellieren und zu simulieren. Sie erhalten andererseits fundierte Kenntnisse über vielfältige Verfahren, komplexe Systeme zu überwachen, zu steuern und zu regeln und ihr dynamisches Verhalten zielgerichtet zu beeinflussen. Darüber hinaus werden ausführliche Kenntnisse zu modernen Informationssystemen der elektrischen Energietechnik und Smart Grids vermittelt.

Im Ergebnis verfügen die Studierenden über das Rüstzeug, moderne Regelungs- und elektrische Energiesysteme ganzheitlich zu analysieren, zu entwerfen und zu optimieren. Die erworbenen Kompetenzen sind angesichts wachsender Digitalisierung und Automatisierung in vielen Industriezweigen sowie einer nachhaltigen elektrischen Energieversorgung von zentraler Bedeutung in Industrie und Forschung.

Modul M0692: Approximation und Stabilität	
Lehrveranstaltungen	
Titel	Typ SWS LP
Approximation und Stabilität (L0487)	Vorlesung 3 4
Approximation und Stabilität (L0488)	Gruppenübung 1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Marko Lindner
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra: lin. Gleichungssystem, lin. Ausgleichsproblem, Eigenwerte, Singulärwerte • Analysis: Folgen, Reihen, Differential- und Integralrechnung
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • funktionalanalytische Grundlagen (Hilbertraum, Operatoren) skizzieren und gegenüberstellen • Approximationsverfahren benennen und verstehen • Stabilitätsresultate angeben • spektrale Größen, Konditionszahlen, Regularisierungsmethoden diskutieren <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • funktionalanalytische Grundlagen (Hilbertraum, Operatoren) anwenden, • Approximationsverfahren anwenden, • Stabilitätsresultate anwenden, • spektrale Größen berechnen, • Regularisierungsmethoden anwenden
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	

<p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>	<p>Die Studierenden können fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und ihre Ergebnisse in geeigneter Weise vor der Gruppe präsentieren (z.B. als Seminarvortrag).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis mathematischer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 								
<p>Arbeitsaufwand in Stunden</p>	<p>Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56</p>								
<p>Leistungspunkte</p>	<p>6</p>								
<p>Studienleistung</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Verpflichtend</th> <th>Beitrag</th> <th>Art der Studienleistung</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ja</td> <td>Keiner</td> <td>Referat</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Verpflichtend	Beitrag	Art der Studienleistung	Beschreibung	Ja	Keiner	Referat	
Verpflichtend	Beitrag	Art der Studienleistung	Beschreibung						
Ja	Keiner	Referat							
<p>Prüfung</p>	<p>Mündliche Prüfung</p>								
<p>Prüfungsdauer und -umfang</p>	<p>20 min</p>								
<p>Zuordnung zu folgenden Curricula</p>	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Mathematical Modelling in Engineering: Theory, Numerics, Applications: Vertiefung I. Numerics (TUHH): Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht</p>								

Lehrveranstaltung L0487: Approximation und Stabilität	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Marko Lindner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Es geht um die Lösung folgender Grundprobleme der linearen Algebra</p> <ul style="list-style-type: none"> • lineare Gleichungssysteme, • lineare Ausgleichsprobleme, • Eigenwertprobleme <p>in Funktionenräumen (d.h. in Vektorräumen mit unendlicher Dimension) durch stabile Approximation des Problems in einem Raum mit endlicher Dimension.</p> <p>Ablauf:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crashkurs Hilbertraum: Metrik, Norm, Skalarprodukt, Vollständigkeit • Crashkurs Operatoren: Beschränktheit, Norm, Kompaktheit, Projektoren • gleichmäßige vs. starke Konvergenz, Approximationsverfahren • Anwendbarkeit / Stabilität von Approx.verfahren, Satz von Polski • Galerkinverfahren, Kollokation, Splineinterpolation, Abschneideverfahren • Faltungs- und Toeplitzoperatoren • Crashkurs C*-Algebren • Konvergenz von Konditionszahlen • Konvergenz spektraler Größen: Spektrum, Eigenwerte, Singulärwerte, Pseudospektrum • Regularisierungsverfahren (truncated SVD, Tichonov)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • R. Hagen, S. Roch, B. Silbermann: C*-Algebras in Numerical Analysis • H. W. Alt: Lineare Funktionalanalysis • M. Lindner: Infinite matrices and their finite sections

Lehrveranstaltung L0488: Approximation und Stabilität	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Marko Lindner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0714: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (L0576)	Vorlesung	2	3
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (L0582)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher Prof. Daniel Ruprecht

Zulassungsvoraussetzungen Keine

Empfohlene Vorkenntnisse

- Mathematik I, II, III für Ingenieurstudierende (deutsch oder englisch) oder Analysis & Lineare Algebra I + II sowie Analysis III für Technomathematiker
- MATLAB Grundkenntnisse

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

Fachkompetenz	<p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> numerische Verfahren zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen benennen und deren Kernideen erläutern, Konvergenzaussagen (inklusive der an das zugrundeliegende Problem gestellten Voraussetzungen) zu den behandelten numerischen Verfahren wiedergeben, Aspekte der praktischen Durchführung numerischer Verfahren erklären. Wählen Sie die entsprechende numerische Methode für konkrete Probleme, implementieren die numerischen Algorithmen effizient und interpretieren die numerischen Ergebnisse
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Studierende sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> numerische Methoden zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen in MATLAB zu implementieren, anzuwenden und zu vergleichen, das Konvergenzverhalten numerischer Methoden in Abhängigkeit vom gestellten Problem und des verwendeten Lösungsalgorithmus zu begründen, zu gegebener Problemstellung einen geeigneten Lösungsansatz zu entwickeln, gegebenenfalls durch Zusammensetzen mehrerer Algorithmen, diesen durchzuführen und die Ergebnisse kritisch auszuwerten.
Personale Kompetenzen	<p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> in heterogen zusammengesetzten Teams (d.h. aus unterschiedlichen Studiengängen und mit unterschiedlichem Hintergrundwissen) zusammenarbeiten, sich theoretische Grundlagen erklären sowie bei praktischen Implementierungsaspekten der Algorithmen unterstützen.
<i>Sozialkompetenz</i>	
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Studierende sind fähig,</p> <ul style="list-style-type: none"> selbst einzuschätzen, ob sie die begleitenden theoretischen und praktischen Übungsaufgaben besser allein oder im Team lösen, ihren Lernstand konkret zu beurteilen und gegebenenfalls gezielt Fragen zu stellen und Hilfe zu suchen.

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht</p> <p>Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht</p> <p>Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht</p> <p>Computer Science: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht</p> <p>Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht</p> <p>Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht</p> <p>Mathematical Modelling in Engineering: Theory, Numerics, Applications: Vertiefung I. Numerics (TUHH): Pflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht</p> <p>Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht</p> <p>Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht</p> <p>Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht</p> <p>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht</p>

Lehrveranstaltung L0576: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Daniel Ruprecht
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Numerische Verfahren für Anfangswertprobleme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einschrittverfahren • Mehrschrittverfahren • Steife Probleme • Differentiell-algebraische Gleichungen vom Index 1 <p>Numerische Verfahren für Randwertaufgaben</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mehrzielmethode • Differenzenverfahren • Variationsmethoden
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • E. Hairer, S. Noersett, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations I: Nonstiff Problems • E. Hairer, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations II: Stiff and Differential-Algebraic Problems

Lehrveranstaltung L0582: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Daniel Ruprecht
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0838: Linear and Nonlinear System Identifikation				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Lineare und Nichtlineare Systemidentifikation (L0660)		Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Classical control (frequency response, root locus) • State space methods • Discrete-time systems • Linear algebra, singular value decomposition • Basic knowledge about stochastic processes 			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the general framework of the prediction error method and its application to a variety of linear and nonlinear model structures • They can explain how multilayer perceptron networks are used to model nonlinear dynamics • They can explain how an approximate predictive control scheme can be based on neural network models • They can explain the idea of subspace identification and its relation to Kalman realisation theory 			
<i>Wissen</i>				
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of applying the prediction error method to the experimental identification of linear and nonlinear models for dynamic systems • They are capable of implementing a nonlinear predictive control scheme based on a neural network model • They are capable of applying subspace algorithms to the experimental identification of linear models for dynamic systems • They can do the above using standard software tools (including the Matlab System Identification Toolbox) 			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in mixed groups on specific problems to arrive at joint solutions.			
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to find required information in sources provided (lecture notes, literature, software documentation) and use it to solve given problems.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28			
Leistungspunkte	3			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Mündliche Prüfung			
Prüfungsdauer und -umfang	30 min			
Zuordnung zu folgenden	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen:			

Curricula	Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Erganzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht
------------------	---

Lehrveranstaltung L0660: Linear and Nonlinear System Identification	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Prediction error method • Linear and nonlinear model structures • Nonlinear model structure based on multilayer perceptron network • Approximate predictive control based on multilayer perceptron network model • Subspace identification
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Lennart Ljung, System Identification - Theory for the User, Prentice Hall 1999 • M. Norgaard, O. Ravn, N.K. Poulsen and L.K. Hansen, Neural Networks for Modeling and Control of Dynamic Systems, Springer Verlag, London 2003 • T. Kailath, A.H. Sayed and B. Hassibi, Linear Estimation, Prentice Hall 2000

Modul M0840: Optimal and Robust Control

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Optimale und robuste Regelung (L0658)	Vorlesung	2	3
Optimale und robuste Regelung (L0659)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Classical control (frequency response, root locus) • State space methods • Linear algebra, singular value decomposition
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the significance of the matrix Riccati equation for the solution of LQ problems. • They can explain the duality between optimal state feedback and optimal state estimation. • They can explain how the H2 and H-infinity norms are used to represent stability and performance constraints. • They can explain how an LQG design problem can be formulated as special case of an H2 design problem. • They can explain how model uncertainty can be represented in a way that lends itself to robust controller design • They can explain how - based on the small gain theorem - a robust controller can guarantee stability and performance for an uncertain plant. • They understand how analysis and synthesis conditions on feedback loops can be represented as linear matrix inequalities.
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of designing and tuning LQG controllers for multivariable plant models. • They are capable of representing a H2 or H-infinity design problem in the form of a generalized plant, and of using standard software tools for solving it. • They are capable of translating time and frequency domain specifications for control loops into constraints on closed-loop sensitivity functions, and of carrying out a mixed-sensitivity design. • They are capable of constructing an LFT uncertainty model for an uncertain system, and of designing a mixed-objective robust controller. • They are capable of formulating analysis and synthesis conditions as linear matrix inequalities (LMI), and of using standard LMI-solvers for solving them. • They can carry out all of the above using standard software tools (Matlab robust control toolbox).
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to find required information in sources provided (lecture notes, literature, software documentation) and use it to solve given problems.

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht</p>

Lehrveranstaltung L0658: Optimal and Robust Control	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Optimal regulator problem with finite time horizon, Riccati differential equation • Time-varying and steady state solutions, algebraic Riccati equation, Hamiltonian system • Kalman's identity, phase margin of LQR controllers, spectral factorization • Optimal state estimation, Kalman filter, LQG control • Generalized plant, review of LQG control • Signal and system norms, computing H₂ and H_∞ norms • Singular value plots, input and output directions • Mixed sensitivity design, H_∞ loop shaping, choice of weighting filters • Case study: design example flight control • Linear matrix inequalities, design specifications as LMI constraints (H₂, H_∞ and pole region) • Controller synthesis by solving LMI problems, multi-objective design • Robust control of uncertain systems, small gain theorem, representation of parameter uncertainty
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Werner, H., Lecture Notes: "Optimale und Robuste Regelung" • Boyd, S., L. El Ghaoui, E. Feron and V. Balakrishnan "Linear Matrix Inequalities in Systems and Control", SIAM, Philadelphia, PA, 1994 • Skogestad, S. and I. Postlethwaite "Multivariable Feedback Control", John Wiley, Chichester, England, 1996 • Strang, G. "Linear Algebra and its Applications", Harcourt Brace Jovanovic, Orlando, FA, 1988 • Zhou, K. and J. Doyle "Essentials of Robust Control", Prentice Hall International, Upper Saddle River, NJ, 1998

Lehrveranstaltung L0659: Optimal and Robust Control	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1236: Elektrische Energiesysteme III: Dynamik und Stabilität elektrischer Energiesysteme

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Elektrische Energiesysteme III: Dynamik und Stabilität elektrischer Energiesysteme (L1683)	Vorlesung	2	4
Elektrische Energiesysteme III: Dynamik und Stabilität elektrischer Energiesysteme (L1684)	Hörsaalübung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Christian Becker
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Elektrotechnik, Grundlagen der Regelungstechnik, Mathematik I, II, III Elektrische Energiesysteme I, II
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	Die Studierenden können Verfahren zur Modellbildung, Regelung und Stabilitätsanalysen elektrischer Energiesysteme detailliert erläutern und kritisch bewerten.
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	Mit Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, das dynamische Verhalten und die Stabilität realer elektrischer Energiesysteme anhand geeigneter Modellierungen eigenständig zu berechnen und zu analysieren sowie Spannungs-/Blindleistungs- und Wirkleistungs-/Frequenz-Regelungen zu entwerfen.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen führen, Ideen weiterentwickeln und ihre eigenen Arbeitsergebnisse vor anderen vertreten.
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die Schwerpunkte der Vorlesung erschließen und das darin enthaltene Wissen aneignen sowie im Rahmen weiterführender Forschungsaktivitäten nutzbar machen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1683: Elektrische Energiesysteme III: Dynamik und Stabilität elektrischer Energiesysteme	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Becker
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Modellbildung für dynamische Vorgänge und Stabilitätsuntersuchungen in elektrischen Energieübertragungssystemen • Statische Winkelstabilität <ul style="list-style-type: none"> ◦ Einmaschinenproblem ◦ Mehrmaschinenproblem • Transiente Winkelstabilität <ul style="list-style-type: none"> ◦ Zweiachsentheorie der Synchronmaschine ◦ Flächenkriterium ◦ Stabilitätsanalyse nach Ljapunov ◦ Mehrmaschinenproblem • Dynamische Simulation <ul style="list-style-type: none"> ◦ Grundlagen der Modellbildung ◦ Numerische Lösungsverfahren • Frequenzregelung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Inselnetz ◦ Frequenz-Leistungsregelung in Verbundnetzen ◦ Netzregelstrukturen, Energieaustausch in Netzen • Spannungsregelung • Spannungsstabilität • Netzdynamik mit leistungselektronischen Betriebsmitteln (FACTS & HGÜ)
Literatur	<p>E. Handschin: Elektrische Energieübertragungssysteme, Hüthig Verlag</p> <p>P. Kundur: Power System Stability and Control, McGraw-Hill, 1994</p>

Lehrveranstaltung L1684: Elektrische Energiesysteme III: Dynamik und Stabilität elektrischer Energiesysteme	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Becker
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0932: Prozessmesstechnik

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Prozessmesstechnik (L1077)	Vorlesung	2	3
Prozessmesstechnik (L1083)	Hörsaalübung	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Roland Harig
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Elektrotechnik und der Messtechnik
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	Die Studierenden besitzen ein Verständnis für prozessmesstechnische Zusammenhänge und Messtechnik weitverzweigter Anlagen. Die Studierenden kennen übliche Verfahren zur Verarbeitung und Übertragung von Signalen.
<i>Wissen</i>	
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können komplexe Sensor- und Messdatenübertragungssysteme modellieren und bewerten. Hierbei steht insbesondere das systemorientierte Denken im Vordergrund.
<i>Fertigkeiten</i>	
Sozialkompetenz	Technische Zusammenhänge können in englischer Sprache kommuniziert werden.
<i>Selbstständigkeit</i>	
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Leistungspunkte	4
Studienleistung	Keine
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	45 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1077: Prozessmesstechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Roland Harig
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Prozessmesstechnik im Rahmen der Prozessleittechnik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Aufgaben der Prozessmesstechnik ◦ Instrumentierung von Prozessen ◦ Klassifizierung der Aufnehmer • Systemtheorie in der Prozessmesstechnik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Allgemeine lineare Beschreibung der Aufnehmer ◦ Mathematische Beschreibung von allgemeinen Zweitoren ◦ Fourier- und Laplace-Transformation • Korrelationsmesstechnik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Bedeutung von Breitbandsignalen für die Korrelationsmesstechnik ◦ Auto- und Kreuzkorrelationsfunktion, sowie Anwendungen ◦ Störfestigkeit von Korrelationsverfahren • Übertragung von analogen und digitalen Messsignalen in der Prozessmesstechnik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Modulationsverfahren (Amplituden-/Frequenzmodulation) ◦ Multiplexverfahren zur Datenübertragung ◦ Analog-Digital-Wandler
Literatur	<p>- Färber: „Prozeßrechentechnik“, Springer-Verlag 1994</p> <p>- Kiencke, Kronmüller: „Meßtechnik“, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1995</p> <p>- A. Ambardar: „Analog and Digital Signal Processing“ (1), PWS Publishing Company, 1995, NTC 339</p> <p>- A. Papoulis: „Signal Analysis“ (1), McGraw-Hill, 1987, NTC 312 (LB)</p> <p>- M. Schwartz: „Information Transmission, Modulation and Noise“ (3,4), McGraw-Hill, 1980, 2402095</p> <p>- S. Haykin: „Communication Systems“ (1,3), Wiley&Sons, 1983, 2419072</p> <p>- H. Sheingold: „Analog-Digital Conversion Handbook“ (5), Prentice-Hall, 1986, 2440072</p> <p>- J. Fraden: „AIP Handbook of Modern Sensors“ (5,6), American Institute of Physics, 1993, MTB 346</p>

Lehrveranstaltung L1083: Prozessmesstechnik	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Roland Harig
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0939: Control Lab A

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Praktikum Regelungstechnik I (L1093)	Laborpraktikum	1	1
Praktikum Regelungstechnik II (L1291)	Laborpraktikum	1	1
Praktikum Regelungstechnik III (L1665)	Laborpraktikum	1	1
Praktikum Regelungstechnik IV (L1666)	Laborpraktikum	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner
------------------------------	----------------------

Zulassungsvoraussetzungen	None
----------------------------------	------

Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • State space methods • LQG control • H2 and H-infinity optimal control • uncertain plant models and robust control • LPV control
---------------------------------	---

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the difference between validation of a control loop in simulation and experimental validation
<i>Wissen</i>	
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of applying basic system identification tools (Matlab System Identification Toolbox) to identify a dynamic model that can be used for controller synthesis • They are capable of using standard software tools (Matlab Control Toolbox) for the design and implementation of LQG controllers • They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the mixed-sensitivity design and the implementation of H-infinity optimal controllers • They are capable of representing model uncertainty, and of designing and implementing a robust controller • They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the design and the implementation of LPV gain-scheduled controllers
<i>Fertigkeiten</i>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can work in teams to conduct experiments and document the results
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can independently carry out simulation studies to design and validate control loops

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56
----------------------------------	------------------------------------

Leistungspunkte	4
------------------------	---

Studienleistung	Keine
------------------------	-------

Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
----------------	---------------------------

Prüfungsdauer und -umfang	1
----------------------------------	---

Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
---	---

Lehrveranstaltung L1093: Control Lab I

Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Patrick Göttisch, Adwait Datar
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Lehrveranstaltung L1291: Control Lab II

Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Patrick Göttisch, Adwait Datar
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Lehrveranstaltung L1665: Control Lab III

Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Patrick Göttisch, Adwait Datar
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Lehrveranstaltung L1666: Control Lab IV	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Patrick Götsch, Adwait Datar
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Modul M0845: Regelungstechnische Methoden für die Medizintechnik

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Regelungstechnische Methoden für die Medizintechnik (L0664)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Johannes Kreuzer		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Regelungstechnik, Grundlagen der Physiologie		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Die Vorlesung versucht das spannende Gebiet der Medizintechnik ingenieurtechnisch aufzuarbeiten und dem Ingenieur Grundlagenkenntnisse der Physiologie sowie das Verständnis für die Komplexität des menschlichen Körpers zu vermitteln.</p> <p>Es soll eine Einführung in körpereigene Regulationsalgorithmen gegeben und das Potential insbesondere der Automatisierungs- und Regelungstechnik für die Medizintechnik angedeutet werden.</p> <p>Anwendung der Modellbildung, Identifikation, Regelungstechnik auf dem Gebiet der Medizintechnik.</p>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	<p>Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Regelungstechnik, Physiologie) verknüpfen.</p>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	20 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Pflicht</p>		

Lehrveranstaltung L0664: Regelungstechnische Methoden für die Medizintechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Johannes Kreuzer, Christian Neuhaus
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Immer aus dem Blickwinkel des Ingenieurs betrachtet, gliedert sich die Vorlesung wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung in die Thematik • Grundlagen der physiologischen Modellbildung • Einführung in die Atmung und Beatmung • Physiologie und Pathologie in die Kardiologie • Einführung in die Regelung des Blutzuckers • Funktion der Niere und Nierenersatztherapie • Darstellung der Regelungstechnik am konkreten Beatmungsgerät • Exkursion zu einem Medizintechnik-Unternehmen <p>Es werden Techniken der Modellierung, Simulation und Reglerentwicklung besprochen. Bei den Modellen werden einfache Ersatzschaltbilder für physiologische Abläufe hergeleitet und erklärt wie damit Sensoren, Regler und Aktoren gesteuert werden. MATLAB und SIMULINK sind die eingesetzten Entwicklungswerkzeuge.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Leonhardt, S., & Walter, M. (2016). Medizintechnische Systeme. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg. • Werner, J. (2005). Kooperative und autonome Systeme der Medizintechnik. München: Oldenbourg. • Oczenski, W. (2017). Atmen : Atemhilfen ; Atemphysiologie und Beatmungstechnik: Georg Thieme Verlag KG.

Modul M0565: Mechatronische Systeme

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Elektro- und Kontromechanik (L0174)	Vorlesung	2	2
Elektro- und Kontromechanik (L1300)	Gruppenübung	1	2
Fachlabor Mechatronik (L0196)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Uwe Weltin		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Mechanik, Elektromechanik und Regelungstechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Der Studierende kann Methoden und Berechnungen zum mechatronischen Entwerfen, Modellieren, Simulieren und Optimieren beschreiben und kann Methoden zum Verifizieren und Validieren wiedergeben.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Der Studierende kann mechatronische Experimente planen und durchführen. Der Studierende kann Modelle für mechatronische Systeme erstellen, Simulationen und Optimierungen mechatronischer Modelle durchführen.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Der Studierende kann lösungsorientiert in heterogenen Kleingruppen arbeiten und erlernt und vertieft das gegenseitige Helfen und das Definieren von Aufgaben innerhalb der Gruppe.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Der Studierende ist fähig, mit Hilfe von Hinweisen eigenständig Aufgaben zu lösen. Der Studierende ist in der Lage, selbstständig ein mechatronisches Experiment zu planen, durchzuführen und dessen Ergebnisse zusammenzufassen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Ja	Ordnung Keiner	Art der Studienleistung Beschreibung Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L0174: Electro- and Contromechanics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Uwe Weltin
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Introduction to methodical design of mechatronic systems: <ul style="list-style-type: none"> • Modelling • System identification • Simulation • Optimization
Literatur	Denny Miu: Mechatronics, Springer 1992 Rolf Isermann: Mechatronic systems : fundamentals, Springer 2003

Lehrveranstaltung L1300: Electro- and Contromechanics	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Uwe Weltin
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0196: Fachlabor Mechatronik	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Uwe Weltin
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Modellierung in MATLAB [®] und Simulink [®] Reglerentwurf (Linear, Nichtlinear, Beobachter) Parameteridentifikation Regelung eines realen Systems mittels Echtzeitboard und Simulink [®] RTW
Literatur	- Abhängig vom Versuchsaufbau - Depends on the experiment

Modul M1425: Leistungselektronik

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Leistungselektronik (L2053)	Vorlesung	2	4
Leistungselektronik (L2054)	Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Martin Kaltschmitt		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Elektrotechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Den Studierenden werden die Grundlagen der Stromrichtertechnik und der modernen Leistungselektronik vermittelt. Ferner werden die wesentlichen Eigenschaften konventioneller und moderner Leistungshalbleiter vorgestellt und deren Ansteuerverfahren präsentiert. Ebenso lernen die Studierenden die wichtigsten Schaltungstopologien der selbstgeführten Stromrichter und deren Steuerverfahren kennen.</p>		
<i>Wissen</i>			
Personale Kompetenzen	<p>Neben den Grundlagen der Stromrichterkommutierung lernen die Studierenden Methoden zur Bestimmung der Durchlass- und Schaltverluste der Bauelemente kennen. An einfachen Beispielen lernen die Teilnehmer Methoden zur mathematischen Beschreibung des Übertragungsverhaltens leistungselektronischer Schaltungen kennen.</p>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden können Problemstellungen in angrenzenden Themengebieten im Bereich der Photovoltaik und Leistungselektronik mit Kommilitonen diskutieren.</p>		
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden können sich selbstständig Quellen auf Basis der Vorlesungsschwerpunkte über das Fachgebiet erschließen und das erlangte Wissen auf weitere Bereiche übertragen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht</p>		

Lehrveranstaltung L2053: Leistungselektronik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Klaus Hoffmann
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Leistungselektronik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Einteilung der Stromrichter nach ihrer inneren und äußeren Wirkungsweise ◦ Vorstellung von modernen Umrichtersystemen • Einführung Leistungshalbleiter <ul style="list-style-type: none"> ◦ Einsatzgebiete und Einsatzgrenzen moderner Leistungshalbleiter ◦ Leistungsdioden und konventionelle Leistungshalbleiter (Thyristor und GTO) ◦ Moderne Leistungshalbleiter: Leistungs-MOSFET, IGBT und IGCT ◦ Durchlass- und Schaltverluste ◦ Kommutierungsvorgänge in modernen Stromrichterschaltungen ◦ Entwicklungstrends im Bereich Leistungshalbleiter • Einführung in selbstgeführte Stromrichterschaltungen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Gleichstromwandler mit abschaltbaren Leistungshalbleitern ◦ Steuerverfahren (Pulsweitenmodulation, Toleranzbandregelung) ◦ H-Brückentopologie mit modernen abschaltbaren Leistungshalbleitern in getakteten Wechselrichter- und Gleichrichterbetrieb ◦ Dreiphasige Brückenschaltung mit modernen abschaltbaren Leistungshalbleitern • Kurze Einführung in die netzgeführten Stromrichterschaltungen
Literatur	Hilfsblätter und Literaturhinweise werden im Rahmen der Vorlesung ausgeteilt.

Lehrveranstaltung L2054: Leistungselektronik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Klaus Hoffmann
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0633: Industrial Process Automation				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Prozessautomatisierungstechnik (L0344)		Vorlesung	2	3
Prozessautomatisierungstechnik (L0345)		Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Schlaefer			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	mathematics and optimization methods principles of automata principles of algorithms and data structures programming skills			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	The students can evaluate and assess discrete event systems. They can evaluate properties of processes and explain methods for process analysis. The students can compare methods for process modelling and select an appropriate method for actual problems. They can discuss scheduling methods in the context of actual problems and give a detailed explanation of advantages and disadvantages of different programming methods. The students can relate process automation to methods from robotics and sensor systems as well as to recent topics like 'cyberphysical systems' and 'industry 4.0'.			
<i>Wissen</i>				
Fertigkeiten	The students are able to develop and model processes and evaluate them accordingly. This involves taking into account optimal scheduling, understanding algorithmic complexity, and implementation using PLCs.			
<i>Fertigkeiten</i>				
Personale Kompetenzen	The students work in teams to solve problems.			
<i>Sozialkompetenz</i>				
Selbstständigkeit	The students can reflect their knowledge and document the results of their work.			
<i>Selbstständigkeit</i>				
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend	Anteil	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein	10 %	Übungsaufgaben	
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten			
	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht			

Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht
---	--

Lehrveranstaltung L0344: Industrial Process Automation	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - foundations of problem solving and system modeling, discrete event systems - properties of processes, modeling using automata and Petri-nets - design considerations for processes (mutex, deadlock avoidance, liveness) - optimal scheduling for processes - optimal decisions when planning manufacturing systems, decisions under uncertainty - software design and software architectures for automation, PLCs
Literatur	J. Lunze: „Automatisierungstechnik“, Oldenbourg Verlag, 2012 Reisig: Petrinetze: Modellierungstechnik, Analysemethoden, Fallstudien; Vieweg+Teubner 2010 Hrúz, Zhou: Modeling and Control of Discrete-event Dynamic Systems; Springer 2007 Li, Zhou: Deadlock Resolution in Automated Manufacturing Systems, Springer 2009 Pinedo: Planning and Scheduling in Manufacturing and Services, Springer 2009

Lehrveranstaltung L0345: Industrial Process Automation	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0677: Digital Signal Processing and Digital Filters

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Signalverarbeitung und Digitale Filter (L0446)	Vorlesung	3	4
Digitale Signalverarbeitung und Digitale Filter (L0447)	Hörsaalübung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematics 1-3 • Signals and Systems • Fundamentals of signal and system theory as well as random processes. • Fundamentals of spectral transforms (Fourier series, Fourier transform, Laplace transform)
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<p>The students know and understand basic algorithms of digital signal processing. They are familiar with the spectral transforms of discrete-time signals and are able to describe and analyse signals and systems in time and image domain. They know basic structures of digital filters and can identify and assess important properties including stability. They are aware of the effects caused by quantization of filter coefficients and signals. They are familiar with the basics of adaptive filters. They can perform traditional and parametric methods of spectrum estimation, also taking a limited observation window into account.</p>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<p>The students are able to apply methods of digital signal processing to new problems. They can choose and parameterize suitable filter structures. In particular, they can design adaptive filters according to the minimum mean squared error (MMSE) criterion and develop an efficient implementation, e.g. based on the LMS or RLS algorithm. Furthermore, the students are able to apply methods of spectrum estimation and to take the effects of a limited observation window into account.</p>
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	The students can jointly solve specific problems.
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to acquire relevant information from appropriate literature sources. They can control their level of knowledge during the lecture period by solving tutorial problems, software tools, clicker system.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and</p>

	Signal Processing: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht
--	--

Lehrveranstaltung L0446: Digital Signal Processing and Digital Filters	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Transforms of discrete-time signals: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Discrete-time Fourier Transform (DTFT) ◦ Discrete Fourier-Transform (DFT), Fast Fourier Transform (FFT) ◦ Z-Transform • Correspondence of continuous-time and discrete-time signals, sampling, sampling theorem • Fast convolution, Overlap-Add-Method, Overlap-Save-Method • Fundamental structures and basic types of digital filters • Characterization of digital filters using pole-zero plots, important properties of digital filters • Quantization effects • Design of linear-phase filters • Fundamentals of stochastic signal processing and adaptive filters <ul style="list-style-type: none"> ◦ MMSE criterion ◦ Wiener Filter ◦ LMS- and RLS-algorithm • Traditional and parametric methods of spectrum estimation
Literatur	<p>K.-D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung. Vieweg Teubner.</p> <p>V. Oppenheim, R. W. Schaffer, J. R. Buck: Zeitdiskrete Signalverarbeitung. Pearson StudiumA. V.</p> <p>W. Hess: Digitale Filter. Teubner.</p> <p>Oppenheim, R. W. Schaffer: Digital signal processing. Prentice Hall.</p> <p>S. Haykin: Adaptive filter theory.</p> <p>L. B. Jackson: Digital filters and signal processing. Kluwer.</p> <p>T.W. Parks, C.S. Burrus: Digital filter design. Wiley.</p>

Lehrveranstaltung L0447: Digital Signal Processing and Digital Filters	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0836: Communication Networks

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Ausgewählte Themen der Kommunikationsnetze (L0899)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Kommunikationsnetze (L0897)	Vorlesung	2	2
Übung Kommunikationsnetze (L0898)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel
------------------------------	-------------------------

Zulassungsvoraussetzungen	None
----------------------------------	------

Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamental stochastics • Basic understanding of computer networks and/or communication technologies is beneficial
---------------------------------	---

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	Students are able to describe the principles and structures of communication networks in detail. They can explain the formal description methods of communication networks and their protocols. They are able to explain how current and complex communication networks work and describe the current research in these examples.
<i>Wissen</i>	
Personale Kompetenzen	Students are able to evaluate the performance of communication networks using the learned methods. They are able to work out problems themselves and apply the learned methods. They can apply what they have learned autonomously on further and new communication networks.
<i>Fertigkeiten</i>	
Sozialkompetenz	Students are able to define tasks themselves in small teams and solve these problems together using the learned methods. They can present the obtained results. They are able to discuss and critically analyse the solutions.
<i>Sozialkompetenz</i>	
Selbstständigkeit	Students are able to obtain the necessary expert knowledge for understanding the functionality and performance capabilities of new communication networks independently.
<i>Selbstständigkeit</i>	

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

Studienleistung	Keine
------------------------	-------

Prüfung	Referat
----------------	---------

Prüfungsdauer und -umfang	1,5 Stunden Kolloquium mit je drei Prüflingen, also ca. 30 min je Prüfling. Inhalt des Kolloquiums sind die Poster der vorhergehenden Postersession sowie die Lehrinhalte.
----------------------------------	--

Zuordnung zu folgenden	Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und
-------------------------------	--

Curricula	zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronik: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht
------------------	--

Lehrveranstaltung L0899: Selected Topics of Communication Networks	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Example networks selected by the students will be researched on in a PBL course by the students in groups and will be presented in a poster session at the end of the term.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • see lecture

Lehrveranstaltung L0897: Communication Networks	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Skript des Instituts für Kommunikationsnetze • Tannenbaum, Computernetzwerke, Pearson-Studium <p>Further literature is announced at the beginning of the lecture.</p>

Lehrveranstaltung L0898: Communication Networks Exercise	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Part of the content of the lecture Communication Networks are reflected in computing tasks in groups, others are motivated and addressed in the form of a PBL exercise.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • announced during lecture

Modul M1229: Control Lab B			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Praktikum Regelungstechnik V (L1667)	Laborpraktikum	1	1
Praktikum Regelungstechnik VI (L1668)	Laborpraktikum	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • State space methods • LQG control • H2 and H-infinity optimal control • uncertain plant models and robust control • LPV control 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the difference between validation of a control loop in simulation and experimental validation 		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of applying basic system identification tools (Matlab System Identification Toolbox) to identify a dynamic model that can be used for controller synthesis • They are capable of using standard software tools (Matlab Control Toolbox) for the design and implementation of LQG controllers • They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the mixed-sensitivity design and the implementation of H-infinity optimal controllers • They are capable of representing model uncertainty, and of designing and implementing a robust controller • They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the design and the implementation of LPV gain-scheduled controllers 		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Students can work in teams to conduct experiments and document the results 		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can independently carry out simulation studies to design and validate control loops 		
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	2		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	1		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1667: Control Lab V	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Patrick Göttisch, Adwait Datar
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Lehrveranstaltung L1668: Control Lab VI	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Patrick Göttisch, Adwait Datar
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Modul M1213: Avionik sicherheitskritischer Systeme

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1640)	Vorlesung	2	3
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1641)	Gruppenübung	1	1
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1652)	Laborpraktikum	1	2

Modulverantwortlicher	Dr. Martin Halle
------------------------------	------------------

Zulassungsvoraussetzungen	Keine
----------------------------------	-------

Empfohlene Vorkenntnisse	<p>Grundlegende Kenntnisse in:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik • Elektrotechnik • Informatik
---------------------------------	---

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die wichtigsten Komponenten und Konzepte sicherheitskritischer Avionik beschreiben • die Prozesse und Standards der sicherheitskritischen Softwareentwicklung benennen • das Prinzip der Integrierten Modularen Avionik darstellen • Avionik-relevante Hardware und Bussysteme vergleichen • die Schwierigkeiten bei der Entwicklung eines sicherheitskritischen Avioniksystems richtig einschätzen
<i>Wissen</i>	
Fertigkeiten	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Echtzeithardware und -simulationen bedienen • A653-Applikationen programmieren • Avionikarchitekturen im begrenzten Maße planen • Testskripte entwickeln und Testergebnisse beurteilen
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • in gemischten Teams gemeinschaftlich Lösungen erarbeiten • sich formal mit andern Teams austauschen • Entwicklungsergebnisse geeignet vorstellen
<i>Sozialkompetenz</i>	
Selbstständigkeit	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systemanforderungen an avionische Systeme verstehen • selbständig System-Lösungen für sicherheitskritische Avionik konzipieren
<i>Selbstständigkeit</i>	

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

Verpflichtung	Ort	Art der Studienleistung	Beschreibung

Studienleistung	Ja	Keiner	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1640: Avionik sicherheitskritischer Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Martin Halle
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Avionik als Flugelektronik ist die Grundlage für alle Flugzeugfunktionen und eine Hauptquelle für Innovationen. Da es sich bei Flugsteuerung und anderen Systemkontrollern um hochgradig sicherheitskritische Funktionen handelt, unterliegen die Entwicklung von Hardware und Software besonderen Einschränkungen, Techniken und Prozessen. Diese zu verstehen und anzuwenden ist unabdingbar für jeden Systementwickler oder Informationstechniker in der Luftfahrt. Praxisnah werden Risiken und Techniken von sicherheitskritischer Hard- und Softwareentwicklung, Avionikkomponenten, sowie Integration und Test vermittelt. Ein Schwerpunkt ist die Integrierten Modularen Avionik (IMA). Die Vorlesung wird begleitet von einer Pflichtübung mit Laborversuchen.</p> <p>Inhalt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Überblick und Grundlagen 2. Geschichte und Flugsteuerung 3. Konzepte und Redundanz 4. Digitale Rechner 5. Schnittstellen und Signale 6. Busse 7. Netzwerke 8. Flugzeug-Cockpit 9. Softwareentwicklung 10. Modellbasierte Entwicklung 11. Integrierte Modulare Avionik 1 12. Integrierte Modulare Avionik 2
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Moir, I.; Seabridge, A. & Jukes, M., Civil Avionics Systems Civil Avionics Systems, John Wiley & Sons, Ltd, 2013 • Spitzer, C. R. Spitzer, Digital Avionics Handbook, CRC Press, 2007 • FAA, Advanced Avionics Handbook U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2009 • Moir, I. & Seabridge, A. Aircraft Systems, Wiley, 2008, 3

Lehrveranstaltung L1641: Avionik sicherheitskritischer Systeme	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Martin Halle
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1652: Avionik sicherheitskritischer Systeme	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Martin Halle
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1155: Flugzeug-Kabinensysteme

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Flugzeug-Kabinensysteme (L1545)	Vorlesung	3	4
Flugzeug-Kabinensysteme (L1546)	Hörsaalübung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Ralf God
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	<p>Grundlegende Kenntnisse in:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik • Mechanik • Thermodynamik • Elektrotechnik • Regelungstechnik
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Betriebsabläufe in der Flugzeugkabine, deren Ausrüstung und Systeme beschreiben • die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen an Kabinensysteme erläutern • die Notwendigkeit der Kabinenbetriebs- und Notfallsysteme erklären • die Herausforderungen der Mensch-Technik-Interaktion in der Kabine einschätzen
Personale Kompetenzen	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • das Kabinenlayout für ein vorgegebenes Geschäftsmodell einer Fluggesellschaft erstellen • Kabinensysteme für den sicheren Kabinenbetrieb auslegen • Notfallsysteme für eine zuverlässige Mensch-Systeminteraktion gestalten • Lösungen für Komfortanforderungen und Unterhaltungssysteme in der Kabine entwerfen
Sozialkompetenz	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bestehende Systemlösungen nachvollziehen und eigene Ideen mit Experten diskutieren
Selbstständigkeit	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsinhalte und Expertenvorträge eigenständig reflektieren
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtssysteme: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion:</p>

	Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
--	---

Lehrveranstaltung L1545: Flugzeug-Kabinensysteme	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Flugzeug-Kabinensystemen und zu Betriebsabläufen in der Kabine. Es soll ein grundlegendes Verständnis für den systemtechnischen Aufwand zur Aufrechterhaltung eines bei Reiseflughöhe künstlichen, aber angenehmen und sicheren Arbeits- und Aufenthaltsraumes erreicht werden. Weiterhin sollen Kenntnisse zum Betrieb und zur Wartung des Arbeitssystems Kabine erworben werden.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt einen umfassenden Überblick über aktuelle Kabinentechnik und Kabinensysteme in modernen Verkehrsflugzeugen. Die Erfüllung von Anforderungen an das zentrale Arbeitssystem Kabine werden anhand der Themengebiete Komfort, Ergonomie, Faktor Mensch, Betriebsprozesse, Wartung und Energieversorgung behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Werkstoffe in der Kabine • Ergonomie und Human Factors • Kabinen-Innenausstattung und nicht-elektrische Systeme • Kabinenelektrik und Beleuchtung • Kabinenelektronik, Kommunikations-, Informations- und Unterhaltungssysteme • Kabinen- und Passagierprozesse • RFID-Kennzeichnung von Flugzeugbauteilen • Energiequellen und Energiewandlung für den Betrieb
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Skript zur Vorlesung - Jenkinson, L.R., Simpkin, P., Rhodes, D.: Civil Jet Aircraft Design. London: Arnold, 1999 - Rossow, C.-C., Wolf, K., Horst, P. (Hrsg.): Handbuch der Luftfahrzeugtechnik. Carl Hanser Verlag, 2014 - Moir, I., Seabridge, A.: Aircraft Systems: Mechanical, Electrical and Avionics Subsystems Integration, Wiley 2008 - Davies, M.: The standard handbook for aeronautical and astronautical engineers. McGraw-Hill, 2003 - Kompendium der Flugmedizin. Verbesserte und ergänzte Neuauflage, Nachdruck April 2006. Fürstenfeldbruck, 2006 - Campbell, F.C.: Manufacturing Technology for Aerospace Structural Materials. Elsevier Ltd., 2006

Lehrveranstaltung L1546: Flugzeug-Kabinensysteme	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1306: Control Lab C				
Lehrveranstaltungen				
Titel	Typ	SWS	LP	
Praktikum Regelungstechnik IX (L1836)	Laborpraktikum	1	1	
Praktikum Regelungstechnik VII (L1834)	Laborpraktikum	1	1	
Praktikum Regelungstechnik VIII (L1835)	Laborpraktikum	1	1	
Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • State space methods • LQG control • H2 and H-infinity optimal control • uncertain plant models and robust control • LPV control 			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the difference between validation of a control loop in simulation and experimental validation 			
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of applying basic system identification tools (Matlab System Identification Toolbox) to identify a dynamic model that can be used for controller synthesis • They are capable of using standard software tools (Matlab Control Toolbox) for the design and implementation of LQG controllers • They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the mixed-sensitivity design and the implementation of H-infinity optimal controllers • They are capable of representing model uncertainty, and of designing and implementing a robust controller • They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the design and the implementation of LPV gain-scheduled controllers 			
<i>Fertigkeiten</i>				
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Students can work in teams to conduct experiments and document the results 			
<i>Sozialkompetenz</i>				
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can independently carry out simulation studies to design and validate control loops 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42			
Leistungspunkte	3			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung			
Prüfungsdauer und -umfang	1			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L1836: Control Lab IX	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Patrick Göttisch, Adwait Datar
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Lehrveranstaltung L1834: Control Lab VII	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Patrick Göttisch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Lehrveranstaltung L1835: Control Lab VIII	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Patrick Göttisch, Adwait Datar
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Modul M0832: Advanced Topics in Control

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Ausgewählte Themen der Regelungstechnik (L0661)	Vorlesung	2	3
Ausgewählte Themen der Regelungstechnik (L0662)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner
------------------------------	----------------------

Zulassungsvoraussetzungen	None
----------------------------------	------

Empfohlene Vorkenntnisse	H-infinity optimal control, mixed-sensitivity design, linear matrix inequalities
---------------------------------	--

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the advantages and shortcomings of the classical gain scheduling approach • They can explain the representation of nonlinear systems in the form of quasi-LPV systems • They can explain how stability and performance conditions for LPV systems can be formulated as LMI conditions • They can explain how gridding techniques can be used to solve analysis and synthesis problems for LPV systems • They are familiar with polytopic and LFT representations of LPV systems and some of the basic synthesis techniques associated with each of these model structures
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain how graph theoretic concepts are used to represent the communication topology of multiagent systems • They can explain the convergence properties of first order consensus protocols • They can explain analysis and synthesis conditions for formation control loops involving either LTI or LPV agent models
	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the state space representation of spatially invariant distributed systems that are discretized according to an actuator/sensor array • They can explain (in outline) the extension of the bounded real lemma to such distributed systems and the associated synthesis conditions for distributed controllers
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of constructing LPV models of nonlinear plants and carry out a mixed-sensitivity design of gain-scheduled controllers; they can do this using polytopic, LFT or general LPV models • They are able to use standard software tools (Matlab robust control toolbox) for these tasks
	<ul style="list-style-type: none"> • Students are able to design distributed formation controllers for groups of agents with either LTI or LPV dynamics, using Matlab tools provided • Students are able to design distributed controllers for spatially

<p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>	<p>interconnected systems, using the Matlab MD-toolbox</p> <p>Students can work in small groups and arrive at joint results.</p> <p>Students are able to find required information in sources provided (lecture notes, literature, software documentation) and use it to solve given problems.</p>
<p>Arbeitsaufwand in Stunden</p>	<p>Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56</p>
<p>Leistungspunkte</p>	<p>6</p>
<p>Studienleistung</p>	<p>Keine</p>
<p>Prüfung</p>	<p>Mündliche Prüfung</p>
<p>Prüfungsdauer und -umfang</p>	<p>30 min</p>
<p>Zuordnung zu folgenden Curricula</p>	<p>Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht</p>

Lehrveranstaltung L0661: Advanced Topics in Control	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Linear Parameter-Varying (LPV) Gain Scheduling <ul style="list-style-type: none"> - Linearizing gain scheduling, hidden coupling - Jacobian linearization vs. quasi-LPV models - Stability and induced L2 norm of LPV systems - Synthesis of LPV controllers based on the two-sided projection lemma - Simplifications: controller synthesis for polytopic and LFT models - Experimental identification of LPV models - Controller synthesis based on input/output models - Applications: LPV torque vectoring for electric vehicles, LPV control of a robotic manipulator • Control of Multi-Agent Systems <ul style="list-style-type: none"> - Communication graphs - Spectral properties of the graph Laplacian - First and second order consensus protocols - Formation control, stability and performance - LPV models for agents subject to nonholonomic constraints - Application: formation control for a team of quadrotor helicopters • Control of Spatially Interconnected Systems <ul style="list-style-type: none"> - Multidimensional signals, l2 and L2 signal norm - Multidimensional systems in Roesser state space form - Extension of real-bounded lemma to spatially interconnected systems - LMI-based synthesis of distributed controllers - Spatial LPV control of spatially varying systems - Applications: control of temperature profiles, vibration damping for an actuated beam
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Werner, H., Lecture Notes "Advanced Topics in Control" • Selection of relevant research papers made available as pdf documents via StudIP

Lehrveranstaltung L0662: Advanced Topics in Control	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1523: Forschungsprojekt und Seminar in Regelungs- und Energiesystemtechnik

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Dozenten des SD E		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Fortgeschrittener Kenntnisstand im Master-Studium Elektrotechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden kennen aktuelle Forschungsprojekte der Institute in d e r Vertiefungsrichtung. Sie können die grundlegenden wissenschaftlichen Methoden nennen, mit denen an diesen gearbeitet wird. Sie können weiterhinim Diskurs einschlägige Fachbegriffe verwenden und Forschungsthemen erläutern.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, ein eigenständiges Teilprojekt in aktuell laufenden Forschungsprojekten der Institute in der Vertiefungsrichtung durchzuführen. Studierende können ihre Vorgehensweise zur Lösung einer Aufgabe begründen, aus den gewonnen Ergebnissen Schlussfolgerungen ziehen und wenn nötig neue Arbeitsmethoden finden. Studierende sind in der Lage, alternative Lösungskonzepte mit dem gewählten Ansatz bzgl. vorgegebener Kriterien zu vergleichen und zu beurteilen.</p> <p><i>Personale Kompetenzen</i></p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können sich ein für sie neues Thema inhaltlich erschießen. Sie verknüpfen dazu die Inhalte ihres bisherigen Studiums mit dem vorgegebenen Thema und schließen Wissenslücken durch Fachgespräche mit wissenschaftlichen Mitarbeitern und eigene Recherchen (z.B. im Internet oder in Fachliteratur). Sie können wissenschaftliche Veröffentlichungen zusammenfassen und präsentieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, mit Mitarbeitern der betreuenden Institute fachlich den Fortschritt der Arbeit zu diskutieren und ihre Endergebnisse adressatengerecht zu präsentieren.</p> <p>Die Studierenden können in Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Mitarbeitern aktuelle Themen aus der Forschung erarbeiten, diskutieren und reflektieren. Sie können Zusammenfassungen derselben in englischer Sprache vor einem Fachpublikum präsentieren und erläutern.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, anhand der im bisherigen Studium erworbenen Kompetenzen sich selbstständig aus aktuellen Forschungsprojekten sinnvolle Aufgaben zu definieren, dazu notwendiges Wissen zu erschließen sowie geeignete Lösungsmethoden auszuwählen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext des Seminars zu setzen. Sie erschließen sich eigenständig weitere Quellen im Internet. Sie können inhaltlich einen Bezug zu ihrer gewählten</p>		

	Vertiefungsrichtung herstellen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0
Leistungspunkte	12
Studienleistung	Keine
Prüfung	Studienarbeit
Prüfungsdauer und -umfang	gem. ASPO
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Pflicht

Thesis

Modul M-002: Masterarbeit

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Professoren der TUHH		
Zulassungsvoraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> Laut ASPO § 21 (1): Es müssen mindestens 60 Leistungspunkte im Studiengang erworben worden sein. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss. 		
Empfohlene Vorkenntnisse	keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können das Spezialwissen (Fakten, Theorien und Methoden) ihres Studienfaches sicher zur Bearbeitung fachlicher Fragestellungen einsetzen. Die Studierenden können in einem oder mehreren Spezialbereichen ihres Faches die relevanten Ansätze und Terminologien in der Tiefe erklären, aktuelle Entwicklungen beschreiben und kritisch Stellung beziehen. Die Studierenden können eine eigene Forschungsaufgabe in ihrem Fachgebiet verorten, den Forschungsstand erheben und kritisch einschätzen. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage, für die jeweilige fachliche Problemstellung geeignete Methoden auszuwählen, anzuwenden und ggf. weiterzuentwickeln. Die Studierenden sind in der Lage, im Studium erworbenes Wissen und erlernte Methoden auch auf komplexe und/oder unvollständig definierte Problemstellungen lösungsorientiert anzuwenden. Die Studierenden können in ihrem Fachgebiet neue wissenschaftliche Erkenntnisse erarbeiten und diese kritisch beurteilen. 		
Personale Kompetenzen	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> eine wissenschaftliche Fragestellung für ein Fachpublikum sowohl schriftlich als auch mündlich strukturiert, verständlich und sachlich richtig darstellen. in einer Fachdiskussion Fragen fachkundig und zugleich adressatengerecht beantworten und dabei eigene Einschätzungen überzeugend vertreten. 		
	Studierende sind fähig,		

<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • ein eigenes Projekt in Arbeitspakete zu strukturieren und abuarbeiten. • sich in ein teilweise unbekanntes Arbeitsgebiet des Studiengangs vertieft einzuarbeiten und dafür benötigte Informationen zu erschließen. • Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens umfassend in einer eigenen Forschungsarbeit anzuwenden.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 900, Präsenzstudium 0
Leistungspunkte	30
Studienleistung	Keine
Prüfung	Abschlussarbeit
Prüfungsdauer und -umfang	laut ASPO
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Bauingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht Elektrotechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Energie- und Umwelttechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Energietechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Environmental Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Global Innovation Management: Abschlussarbeit: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Information and Communication Systems: Abschlussarbeit: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Abschlussarbeit: Pflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht Materialwissenschaft: Abschlussarbeit: Pflicht Mathematical Modelling in Engineering: Theory, Numerics, Applications: Abschlussarbeit: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Abschlussarbeit: Pflicht Mechatronics: Abschlussarbeit: Pflicht Medizingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Microelectronics and Microsystems: Abschlussarbeit: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Abschlussarbeit: Pflicht Regenerative Energien: Abschlussarbeit: Pflicht Schiffbau und Meerestechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Ship and Offshore Technology: Abschlussarbeit: Pflicht Teilstudiengang Lehramt Metalltechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Zulassungs- und Sachverständigenwesen in der Luftfahrt: Abschlussarbeit: Pflicht</p>