



Modulhandbuch

Master of Science (M.Sc.)

Microelectronics and Microsystems

Kohorte: Wintersemester 2022

Stand: 27. Januar 2023

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	3
Fachmodule der Kernqualifikation	5
Modul M0523: Betrieb & Management	5
Modul M0524: Nichttechnische Angebote im Master	23
Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung	25
Modul M1048: Integrated Circuit Design	28
Modul M0746: Microsystem Engineering	30
Modul M1137: Technischer Ergänzungskurs für IMPMM - Bereich ET (laut FSPO)	32
Modul M0768: Microsystems Technology in Theory and Practice	33
Modul M0747: Microsystem Design	35
Modul M0918: Advanced IC Design	37
Modul M1131: Technischer Ergänzungskurs für IMPMM - Bereich TUHH (laut FSPO)	39
Modul M0761: Halbleitertechnologie	40
Modul M1130: Projektarbeit IMPMM	42
Modul M1591: Seminar for IMPMM	43
Fachmodule der Vertiefung Communication and Signal Processing	44
Modul M0836: Communication Networks	44
Modul M0710: Hochfrequenztechnik	46
Modul M0637: Advanced Concepts of Wireless Communications	48
Modul M1700: Satellite Communications and Navigation	50
Modul M0738: Digital Audio Signal Processing	55
Modul M1686: Selected Aspects of Communication and Signal Processing	57
Modul M1598: Bildverarbeitung	58
Modul M0677: Digital Signal Processing and Digital Filters	60
Modul M1249: Medizinische Bildgebung	62
Modul M1743: COSIMA (Competition in Microsystem Application)	64
Fachmodule der Vertiefung Embedded Systems	65
Modul M0791: Rechnerarchitektur	65
Modul M1749: Energieeffizienz in eingebetteten Systemen	67
Modul M0924: Software für Eingebettete Systeme	69
Modul M1400: Entwurf von Dependable Systems	71
Modul M1772: Smart Sensors	73
Modul M0803: Embedded Systems	74
Modul M1771: Research Based Learning - Smart Sensing Applications	76
Modul M0925: Digital Circuit Design	77
Modul M1687: Selected Aspects of Embedded Systems	78
Modul M0910: Fortgeschrittener Entwurf von Chip-Systemen (Praktikum)	79
Modul M1743: COSIMA (Competition in Microsystem Application)	80
Fachmodule der Vertiefung Microelectronics Complements	81
Modul M0925: Digital Circuit Design	81
Modul M1611: Silicon Photonics	82
Modul M0769: EMV I: Kopplungen, Gegenmaßnahmen und Prüfverfahren	84
Modul M0919: Laboratory: Digital Circuit Design	86
Modul M0645: Fibre and Integrated Optics	87
Modul M0643: Optoelectronics I - Wave Optics	88
Modul M0781: EMV II: Signalintegrität und Spannungsversorgung elektronischer Systeme	90
Modul M0913: Mixed-signal Circuit Design	93
Modul M1688: Selected Aspects of Microelectronics and Microsystems	95
Modul M1589: Laboratory: Analog Circuit Design	96
Modul M0644: Optoelectronics II - Quantum Optics	98
Modul M1743: COSIMA (Competition in Microsystem Application)	100
Thesis	101
Modul M-002: Masterarbeit	101

Studiengangsbeschreibung

Inhalt

Die Mikroelektronik, oder besser gesagt Nanoelektronik, da die minimalen Strukturgrößen zahlreicher in Großvolumina produzierten integrierten Schaltungen nur noch im Bereich von 20 Nanometer und darunter liegen, ist die Basis für die Produkte, die als Innovationen der vergangenen Jahre das tägliche Leben der Menschheit stark beeinflussen. Als Beispiele seien nur genannt der Personal Computer und das Smartphone, die beide mit Internetanbindung neue Dimensionen der Kommunikation und Information erschließen. Auch in der Medizin sind diagnostische Verfahren wie Computer- und Kernspintomographie oder intelligente Implantate nur mit moderner Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik in der erforderlichen Leistungsfähigkeit realisierbar.

Grundlage für die Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik ist die Halbleitertechnologie. Deshalb ist es die Zielsetzung des Internationalen Masterstudiengangs „Microelectronics and Microsystems“, den Studierenden fundiertes Wissen auf physikalischer Ebene über die elektronischen Vorgänge in halbleitenden Materialien, vorwiegend Silizium, in Hinblick auf Bauelemente und deren Anwendungen und Herstellungsverfahren zu vermitteln sowie sie in der Technologie und Funktionsweise der Mikrosystemtechnik auszubilden. Sie sollen nicht nur die aktuellen Bauelemente und Prozesse in ihrem Aufbau, ihrer Herstellung und Wirkungsweise verstehen, sondern auch in kritischer Weise das Problempotenzial, das mit dem Übergang zu kleineren Strukturen entsteht, erkennen können. Darüber hinaus sollen sie eine Vorstellung entwickeln, in welche Richtung Maßnahmen zielen müssen, um einer Lösung solcher Probleme näher zu kommen. Dadurch werden sie befähigt, die weitere Strukturverkleinerung mit ihrem Potenzial - aber auch ihren Einschränkungen - zu verstehen, um diesen Prozess, der ihr Berufsleben begleiten wird, aktiv auf technologischer oder Anwenderseite mit zu gestalten.

Neben der wichtigen Rolle der physikalischen Grundlagen nimmt eine genaue Kenntnis der prozessabhängigen Herstellungsverfahren eine Schlüsselrolle ein, um den Studierenden sowohl in der Mikroelektronik als auch in der Mikrosystemtechnik das Rüstzeug mitzugeben, mit dem sie in der beruflichen Praxis neue Lösungen konzipieren und diese dann in funktionsfähige Systeme umsetzen können.

Der Internationale Masterstudiengang "Microelectronics and Microsystems" qualifiziert die Studierenden für eine wissenschaftlich ausgerichtete Berufstätigkeit im Bereich der Elektrotechnik und Informationstechnik, wobei sich das Berufsfeld von der Entwicklung über die Herstellung und Anwendung bis zur Qualitätssicherung von komplexen Systemen mit hochintegrierten Schaltkreisen und mikrosystemtechnischen Komponenten erstrecken kann. Beide Gebiete wachsen mehr und mehr zusammen, da eine schnell steigende Anzahl neuer komplexer Anwendungen die Integration von Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik in einem System erfordert.

Insbesondere soll der Studiengang dazu befähigen, nicht nur neue komplexe Systeme für innovative Anwendungen zu entwerfen sondern diese auch produktorientiert nutzbar zu machen. Dabei steht die Vermittlung von ingenieurwissenschaftlicher Methodik auf physikalischer Basis sowohl in den theoretischen als auch in den anwendungsorientierten Lehrveranstaltungen im Vordergrund.

Berufliche Perspektiven

Die Absolventinnen und Absolventen des Internationalen Masterstudiengangs „Microelectronics and Microsystems“ finden ein sehr breitgefächertes berufliches Umfeld vor, da sie sowohl fundiertes Wissen für den Entwurf, die Anwendung und auch für die Herstellung hochintegrierter Schaltkreise der Mikroelektronik und von Mikrosystemen in ihrem Studium erworben haben. Potenzielle Arbeitgeber sind deshalb einerseits Großfirmen mit internationalen Standorten für die Produktion von integrierten Schaltungen, aber auch mittelständische und kleinere Firmen im Bereich der Mikrosystemtechnik.

Ein vielfältiges Angebot an Arbeitsplätzen gibt es auch im Bereich des Entwurfs sowohl von integrierten Schaltungen als auch von Mikrosystemen. Aufgrund des rapiden Preisverfalls für leistungsfähige Computersysteme kann der Entwurf auch von sehr kleinen Firmen am Rechner durchgeführt werden. In einer Arbeitsteilung wird dann die Herstellung von größeren Firmen übernommen, weshalb der Entwurfsbereich auch in Zukunft eine stabile Säule des Arbeitsmarktes für die Absolventen des Internationalen Studiengangs Microelectronics and Microsystems bleiben wird.

Lernziele

Wissen

1. Die Studierenden verstehen die physikalischen Grundprinzipien mikroelektronischer Bauelemente und mikrosystemtechnischer Funktionseinheiten sowie deren Herstellungstechnologie und können diese in voller Breite und Tiefe erläutern.
2. Sie haben vertiefte Kenntnisse in ausgewählten Teilgebieten gewonnen zusammen mit einem breiten theoretischen und methodischen Fundament.
3. Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse der interdisziplinären Zusammenhänge.
4. Sie verfügen über die notwendigen Hintergrundkenntnisse, um ihr Fachgebiet in das wissenschaftliche und gesellschaftliche Umfeld einordnen zu können.

Fertigkeiten

Die Studierenden sind in der Lage

1. Berechnungsmethoden zur quantitativen Analyse von Designparametern und zur Entwicklung von innovativen Systemen der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik anzuwenden.
1. komplexe Probleme und Aufgabenstellungen durch grundlagenbasierte methodische Ansätze auch außerhalb der vorgegebenen Lösungsmuster selbstständig zu lösen.
2. den technologischen Fortschritt und die wissenschaftlichen Weiterentwicklungen sowie technische, ökonomische und ökologische Randbedingungen in die Problemlösungen einzubeziehen.

Sozialkompetenz

Die Studierenden sind fähig,

1. in interdisziplinären Teams zu arbeiten und prozessorientiert ihre Arbeit zu organisieren als Vorbereitung auf forschungsorientierte Berufstätigkeit und Führungsverantwortung.
2. ihre Arbeitsergebnisse schriftlich oder mündlich und auch in internationalen Kontexten zielgruppengerecht zu präsentieren.

Selbstständigkeit

1. Die Studierenden können in effektiv selbstorganisierter Weise sich Teilgebiete ihres Faches mit wissenschaftlicher Methodik erschließen.
2. Sie sind in der Lage, ihr erlerntes Wissen in eigenständiger Weise mit geeigneten Präsentationstechniken vorzutragen oder in einem Dokument von angemessenem Umfang darzustellen.
3. Die Studierenden sind in der Lage, weiteren Informationsbedarf zu erkennen und eine Strategie zu entwickeln, um ihr Wissen selbstständig zu erweitern.

Studiengangsstruktur

Modulhandbuch M.Sc. "Microelectronics and Microsystems"

Das Curriculum des Internationalen Masterstudiengangs „Microelectronics and Microsystems“ ist wie folgt gegliedert:

- Kernqualifikation:
- Vertiefung: Die Studierenden wählen eine aus den folgenden zwei Vertiefungen:
-

In ihrer Vertiefung belegen die Studierenden Module im Umfang von insgesamt 18 Leistungspunkten (1. - 3. Semester).

- Masterarbeit mit 30 LP (4. Semester)

Damit ergibt sich ein Gesamtaufwand für das gesamte Studienprogramm von 120 LP.

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 <i>Wissen</i>	<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.
<i>Fertigkeiten</i>	<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.
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

Lehrveranstaltung L3065: Aktuelle Fragen der Digitalen Ökonomie B&M	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 Minuten
Dozenten	Dr. Christina Strobel
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Digitale Ökonomie ist der zielgerichtete Ansatz zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse unter Berücksichtigung von Knappheit durch den Einsatz von digitalen Informations- und Kommunikationstechnologien. Ziel des Seminars ist es, aktuelle digitalökonomische Fragestellungen und deren Bezug zur volkswirtschaftlichen Theorie zu diskutieren. Hierfür werden vorab ein aktuelles populärwissenschaftliches Buch (in Deutsch oder Englisch) sowie zugehörige Fachliteratur (in Englisch) gelesen. Anschließend werden im Seminar einzelne Themen durch die Studierenden vorgestellt und gemeinsam kritisch diskutiert.
Literatur	

Lehrveranstaltung L2993: Current issues in behavioral economics	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 Minuten
Dozenten	Prof. Timo Heinrich
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	The goal of the seminar is to discuss current issues in behavioral and to shed light on their relationship to economic theory and our own behavior. Students will first read a current popular science book (in English) as well as the relevant scientific literature. Then the individual topics will be presented and critically discussed during the seminar. Furthermore, students will develop individual research questions.
Literatur	Wird noch bekanntgegeben.

Lehrveranstaltung L2860: Behavioral Online Experiments	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	5-seitige Ausarbeitung & 20-minütige Teampräsentation
Dozenten	Dr. Christina Strobel
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	The course offers an introduction to the methods and techniques of online experiments used in experimental Economics, Psychology, and Business Administration. The course is targeted at participants with no or limited experience. It pursues the agenda of providing the practical, theoretical and tool knowledge to find a research question, deduce hypotheses and design and run an experiment. Hence, the focus will be on general methodological, design and process issues. The course is not surveying the existing experimental evidence but rather pinpoints towards selected well knowns experiments. We will follow a learning-by-doing approach. We will have a short introduction to data evaluation using non-parametric statistics as well as to relevant software tools (oTree). At the end of this course you will have gained not only the know-how needed to develop and implement an experimental research design online but you have also gained the basic skills required to gather, analyze and interpret experimental data.
Literatur	Webster, M., & Sell, J. (Eds.). (2014). Laboratory experiments in the social sciences. Elsevier.

Lehrveranstaltung L2546: Building Business Data Products	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	folgt
Dozenten	Prof. Christoph Ihl, Joschka Schwarz
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2544: Business Data Science Basics	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	folgt
Dozenten	Prof. Christoph Ihl, Joschka Schwarz
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2545: Business Decisions with Machine Learning	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	folgt
Dozenten	Prof. Christoph Ihl, Joschka Schwarz
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2722: Digitalisierung und die Auswirkungen auf den Menschen	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Schriftliche Ausarbeitung (laut FPRO)
Prüfungsdauer und -umfang	Ausarbeitung, 5 Seiten
Dozenten	Robert Damköhler, Laura Noack
Sprachen	DE

Zeitraum	SoSe
<p>Inhalt</p>	<p>Digital:</p> <p>In diesem Modul verschaffen wir Ihnen in 3 intensiven Phasen - der Konzeption, Implementierung und Etablierung von Projekten - einen praxisorientierten Überblick über digitale Tools & Methoden, neue Geschäftsmodelle & Strategien, technologische Trends sowie rechtliche Aspekte. Das Ganze wird gefestigt mit praxisnahen Übungen, so dass Sie bereits im Laufe des Seminars ein eigenes Geschäftsmodell entwickeln und am Markt mit den richtigen Techniken testen.</p> <p>Human Factors:</p> <p>Mit praxisnahen Übungen lernen Sie die methodische Nutzerzentrierung durch den User-Centered Design Prozess kennen und erlernen, in welchen Projektphasen, welche UCD-Methoden sinnvoll anzuwenden sind. Darüber hinaus lernen Sie das Themengebiet „Human Factors“ kennen und verstehen, warum wir auch in der Digitalisierung von soziotechnischen Systemen sprechen, warum diese einen wichtigen Erfolgsfaktor darstellen und welche Phasen zur Integration der Prinzipien in die Organisationsstruktur eines Unternehmens durchlaufen werden müssen.</p> <p>New Leadership:</p> <p>Im Modul New Leadership lernen Sie einen neuen Führungsansatz kennen, der Sie dabei unterstützt die Herausforderungen der Digitalisierung zu meistern. Mithilfe der agilen Methodik und interaktiven Übungen erlernen Sie, wie Sie die Prinzipien des neuen Führungsansatzes verankern sowie das Empowerment und die Selbstorganisation des Teams steigern, um den Rahmen für innovatives Arbeiten zu schaffen.</p>
<p>Literatur</p>	<p>Digital:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eine kurze Geschichte der Menschheit, Yuval Noah Harari • 21 Lektionen für das 21. Jahrhundert, Yuval Noah Harari • Eine kurze Geschichte der Digitalisierung, Martin Burckhardt • Digitale Fabrik, Uwe Bracht, Dieter Geckler und Gigrig Wenzel • Human Computer Interaction, R. Dix, Verlag: Pearson/Prentice Hall • The Mom Test: How to Talk to Customers & Learn if Your Business is a Good Idea When Everyone is Lying to You, Rob Fitzpatrick • Digitalisierungsstrategie entwickeln und umsetzen: Ein Praxisratgeber zur Entwicklung und Umsetzung der Digitalisierungsstrategie für die digitale Transformation, David Theil <p>Human Factors:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ergonomie der Mensch-System-Interaktion, DIN EN ISO 9241, Deutsches Institut für Normung • Methoden der Usability Evaluation: Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung von Florian Sarodnic , Henning Brau, Verlag: Hogrefe AG • Introduction to Human Factors Engineering von Christopher D. Wickens, Verlag: Pearson • Sketching User Experiences von Bill Buxton, Verlag:mitp • Rapid Contextual Design von Karen Holtzblatt, Verlag: Elsevier Science & Technology • Wie User Testing in der Praxis wirklich funktioniert von M. Pirker, S. Rössler, M. Placho, A. Riedmüller, Verlag: Independently published (05.06.2019) • Wie User Experience in der Praxis wirklich funktioniert von M. Pirker, S. Rössler, M. Placho, A. Riedmüller, Verlag: Independently published (27.02.2018) • Schreckensberger, P., Schilbach, B., & Saier, T. (2015). Design Management: Zwischen Marken- & Produktsystemen (1. Aufl; P. Schreckensberger, Hrsg.). Norderstedt: Books on Demand. • Goodwin, K. (2009). Designing for the digital age: How to create human-centered products and services. Wiley Pub. • Haskins, B., Stecklein, J., Dick, B., Moroney, G., Lovell, R., & Dabney, J. (2014). Error Cost Escalation Through the Project Life Cycle. INCOSE International Symposium <p>New Leadership</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pink, D. H. (2011). Drive: The surprising truth about what motivates us. Penguin. • Sinek, S. (2009). Start with why: How great leaders inspire everyone to take action. Penguin. • Doerr, J. (2018). Measure what matters: OKRs: The simple idea that drives 10x growth. Penguin UK. • Darrell, K. R., Sutherland, J., & Takeuchi, H. (2016). Embracing agile. Harvard Business Review, 94(5), 41-50. • Sutherland, J. (2015). Die Scrum-Revolution: Management mit der bahnbrechenden Methode der erfolgreichsten Unternehmen. Campus Verlag. • Schwaber, K., & Sutherland, J. (2011). The scrum guide. Scrum Alliance, 21(1). • Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., ... & Thomas, D. (2009). Agile manifesto, 2001. URL http://www.agilemanifesto.org. • Takeuchi, H., & Nonaka, I. (1986). The new new product development game. Harvard business review, 64(1), 137-146. • Medinilla, Á. (2012). Agile management: Leadership in an agile environment. Springer Science & Business Media. • Edmondson, A. C. (1999). Psychological safety and learning behavior in work teams. Administrative Science Quarterly, 44(2), 350–383. • Edmondson, A. C. (2003). Managing the risk of learning: Psychological safety in work teams. In M. West, D. Tjosvold, & K.G. Smith (Eds.), International handbook of organizational teamwork and cooperative working (pp. 255–276). John Wiley & Sons. • Harteis, C., Bauer, J., & Gruber, H. (2008). The culture of learning from mistakes: How employees handle mistakes in everyday work. International Journal of Educational Research, 47(4), 223–231.

Lehrveranstaltung L1703: Emotional Design / Benutzerzentrierte Produktentwicklung	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	Teamarbeit und abschließender Vortrag
Dozenten	Jörg Heuser
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Vorlesungsteile</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objektive und subjektive Wahrnehmung in der Wertung von Produkteigenschaften • Auswirkungen von Material, Farbe, Formgebung und Struktur auf die Akzeptanz eines Produkts • Ästhetische Funktion eines Produkts • Fallbeispiele, fehlende Akzeptanz eines Produkts und deren möglichen Gründe <p>Seminarteile</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifizieren nicht-technischer Funktionen eines Produkte • Identifizieren der subjektiven Einflüsse in der Produktentwicklung <p>Projektarbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Themen werden mit den Studierenden gemeinsam entwickelt. Die Arbeiten werden in Teams präsentiert, moderiert und bewertet <p>Beispiele: Ganzheitliche Analyse eines Produkts, Produktoptimierung</p>
Literatur	Wird in der Veranstaltung angegeben

Lehrveranstaltung L2348: Erfolgsfaktoren im Projektumfeld	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	0
Dozenten	Dr. Alexander Kuhlicke, Stephan Meier
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L3123: Organizational Design for Innovation and Collaboration	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Tim Schweisfurth
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2600: Green Economy - Entrepreneurship, Innovation & Technology Management	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Ausarbeitung und Gruppenpräsentation
Dozenten	Prof. Michael Prange
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<p>Topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Green Economy • Business models • Business strategy • Green Technologies • Green Innovation • Business planning • Business development • Green Entrepreneurship <p>Based on examples and case studies primarily in the field of Green Economy, students learn the basics of Entrepreneurship, Innovation and Technology Management and will be able to develop business models, to evaluate start-up projects and to describe strategic innovation processes.</p>
Literatur	<p>Präsentationsfolien, Beispiele und Fallstudien aus der Lehrveranstaltung.</p> <p>Presentation slides, examples, and case studies from the lecture.</p>

Lehrveranstaltung L2347: Human resource management für Ingenieure	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	0
Dozenten	Helge Kochskämper
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1711: Innovation Debates	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	3 Präsentationen der schriftlichen Ausarbeitung à 20 Minutes
Dozenten	Prof. Daniel Heiner Ehls
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Scientific knowledge grows continuously but also experiences certain alignments over time. For example, early cultures had the believe of a flat earth while latest research has a spherical earth model. Also in social science and business management, from time to time certain concepts that have even been the predominant paradigm are challenged by new observations and models. Consequently, certain controversies emerge and build the base for advancing theory and managerial practice. With this lecture, we put ourselves in the middle of heated debates for informed academics and practitioners of the day after tomorrow.</p> <p>The lecture targets several controversies in the domain of technology strategy and innovation management. By the classical academic method and the novel problem based learning format of a structured discussion, a given controversy is scrutinized. On selected topics, students will discuss a dispute and gain a thorough understanding. Specifically, based on a brief introduction of a motion, a affirmative constructive as well as a negative constructive is presented by two different student groups. Each presentation is followed by a response of the other group and questions from the class. Topics range from latest theories and concepts for value capture, to the importance of operating within a global marketplace, to cutting edge approaches for innovation stimulation and technology management. Consequently, this lecture deepens the knowledge in technology strategy and innovation management (TIM), enables a critical thinking and thought leadership.</p>
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Course notes and materials provided before the lecture 2. Leiblein/ Ziedonis (2011): Technology Strategy and innovation management. Edward Elgar Publishing Ltd (optional)

Lehrveranstaltung L0940: Innovationsmanagement	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Prof. Cornelius Herstatt
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Innovationen sind die wichtigsten Quellen des Wachstums in industrialisierten Ländern. Die Frage, wie Innovationen herbeigeführt und erfolgreich gestaltet werden können, nimmt in der Betriebswirtschaftslehre einen immer größeren Raum ein. In der Lehrveranstaltung Innovationsmanagement behandelt Prof. Herstatt ausgewählte Aspekte und Themen im Zusammenhang mit strategischen, organisatorischen und Ressourcen-bezogenen Entscheidungen.</p> <p>Die Veranstaltung Innovationsmanagement findet im üblichen Vorlesungsformat statt, ergänzt durch studentische Präsentationen sowie Gruppen- und Einzelarbeiten.</p> <p>Themen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Rolle der Innovation • Die Entwicklung einer Innovationsstrategie • Ideen: Wie sich Kreativität und Wissen managen lassen • Priorisierung: Auswahl und Management des Portfolios • Implementierung neuer Produkte, Prozesse und Dienstleistungen • Menschen, Organisation und Innovation • Wie sich die Innovationsperformance steigern lässt • Die Zukunft des Innovationsmanagements
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Goffin, K., Herstatt, C. and Mitchell, R. (2009): Innovationsmanagement: Strategie und effektive Umsetzung von Innovationsprozessen mit dem Pentathlon-Prinzip, München: Finanzbuch Verlag <p>Weiterführende Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innovationsmanagement Juergen Hauschildt • F + E Management Specht, G. / Beckmann, Chr. • Management der frühen Innovationsphasen Cornelius Herstatt, Birgit Verworn (im TUHH-Intranet auch als E-Book verfügbar) • Bringing Technology and Innovation Into the Boardroom • weitere Literaturempfehlungen auf Anfrage

Lehrveranstaltung L3093: Innovation Management (EN)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	NN
Dozenten	Dr. Vytate Dlugoborskyte
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>The course aims to provide students with an understanding of key issues in the management of innovation and development of the relevant skills needed to manage innovation at both strategic and operational levels. It provides evidence of different approaches based on leading research, real world examples and experiences of firms and organizations from around the world. The management of innovation is one of the most important and challenging aspects of modern organization. Innovation is a fundamental driver of competitiveness and it plays a large part in improving quality of life. Innovation, and particularly technological innovation, is inherently difficult, uncertain and risky, and most new technologies fail to be translated into successful products and services. Given this, it is essential that students understand the strategies, tools and techniques for managing innovation, which often requires a different set of management knowledge and skills from those employed in everyday business administration. The course itself draws upon research activities of the Innovation Management Group within TUHH, the Institute for Technology and Innovation Management (TIM, W-7, www.tuhh.de/tim)</p> <p>Knowledge Objectives:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Understand definitions and concepts of innovation, 2. Explore major models and theories of innovation, 3. Use and apply tools for innovation management. <p>Skill Objectives:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diagnostic and analytical skills, 2. Enhance verbal skills through class and syndicate discussions, 3. Build up critical and interpretation skills, 4. Learn how to evaluate different options, 5. Formulate and develop strategy, 6. Assess and resolve managerial challenges. <p>Learning Outcomes</p> <p>At the end of the course students will be able to demonstrate understanding, and make critical assessments of the following:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Assess and interpret innovation processes, 2. Develop and formulate managerial strategies to shape innovative performance, 3. Utilize tools of innovation management to map and measure innovative activities, 4. Diagnose different innovation challenges and make recommendations for resolving them. <p>Course Outline - Lecture Topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The Management of (Technological) Innovation, 2. Strategy and Organization for Innovation, 3. Innovation of Products, Services and Business Models, 4. Managing the Innovation Process, 5. Networks, Communities of Innovators and Lead User-Innovation, 6. Innovation in the Age of Circular Economy (C2C), 7. Market-Research for Innovation and Design-thinking, 8. Capturing value from R&D, Open Innovation and IP, 9. Creativity and mindfulness in Innovation, 10. Conclusions and Future Challenges.
Literatur	<p>Wir werden wichtige Themen auf der Grundlage wichtiger Forschungsarbeiten im Bereich des Innovationsmanagements diskutieren (wird den Studierenden über StudIP zur Verfügung gestellt). Darüber hinaus umfasst die Grundlagenliteratur die folgenden Themen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dodgson, M. Gann, D. and Salter A. The management of technological innovation: strategy and practice. Oxford University Press, 2008. 2. Tidd, J., Bessant, J. and Pavitt, K.: Managing Innovation: Integrating technological, market and organizational change. 5th ed., John Wiley and Sons, 2013. 3. Goffin, K., Mitchell, R.: Innovation Management: Effective strategy and implementation. 3rd ed., Macmillan Education, 2016.

Lehrveranstaltung L0161: Internationalization Strategies	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	20-30 Minuten Referat einschl. Diskussionsleitung plus schriftliche Ausarbeitung (ca. 10 Seiten)
Dozenten	Prof. Thomas Wrona
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction • Internationalization of markets • Measuring internationalization of firms • Target market strategies • Market entry strategies • Timing strategies • Allocation strategies • Working in small teams on close-to-reality problems based on presented theories • Paper writing on developed solution to the given problem/project e.g. market attractiveness analysis; development of market entry strategy for a hypothetical product in a given region
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Bartlett/Ghoshal (2002): Managing Across Borders, The Transnational Solution, 2nd edition, Boston • Buckley, P.J./Ghauri, P.N. (1998), The Internationalization of the Firm, 2nd edition • Czinkota, Ronkainen, Moffett, Marinova, Marinov (2009), International Business, Hoboken • Dunning, J.H. (1993), The Globalization of Business: The Challenge of the 1990s, London • Ghoshal, S. (1987), Global Strategy: An Organizing Framework, Strategic Management Journal, p. 425-440 • Praveen Parboteeah, K., Cullen, J.B. (2011), Strategic International Management, International 5th Edition • Rugman, A.M./Collinson, S. (2012): International Business, 6th Edition, Essex 2012

Lehrveranstaltung L3060: Causal Data Science for Business Analytics	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Mehrere schriftliche Ausarbeitungen über das Semester hinweg verteilt
Dozenten	Oliver Mork
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Most managerial decision problems require answers to questions such as "what happens to Y if we do X?", or "was it X that caused Y to change?" In other words, practical business decision-making requires knowledge about cause-and-effect. While most data science and machine learning approaches are designed to efficiently detect patterns in high-dimensional data, they are not able to distinguish causal relationships from simple correlations. That means, commonly used approaches to business analytics often fall short to provide decision makers with important causal knowledge. Therefore, many leading companies currently try to develop specific causal data science capabilities. This module will provide an introduction into the topic of causal inference with the help of modern data science and machine learning approaches and with a focus on applications to practical business problems from various management areas. Based on an overarching framework for causal data science, the course will guide students to detect sources of confounding influence factors, understand the problem of selective measurement in data collection, and extrapolate causal knowledge across different business contexts. We also cover several tools for causal inference, such as A/B testing and experiments, difference-in-differences, instrumental variables, matching, regression discontinuity designs, etc. A variety of hands-on examples will be discussed that allow students to apply their newly obtained knowledge and carry out state-of-the-art causal analyses by themselves.</p>
Literatur	

Lehrveranstaltung L0863: Marketing	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Prof. Christian Lüthje
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Contents</p> <p>Basics of Marketing</p> <p>The philosophy and fundamental aims of marketing. Contrasting different marketing fields (e.g. business-to-consumer versus business-to-business marketing). The process of marketing planning, implementation and controlling</p>

	<p>Strategic Marketing Planning</p> <p>How to find profit opportunities? How to develop cooperation, internationalization, timing, differentiation and cost leadership strategies?</p> <p>Market-oriented Design of products and services</p> <p>How can companies get valuable customer input on product design and development? What is a service? How can companies design innovative services supporting the products?</p> <p>Pricing</p> <p>What are the underlying determinants of pricing decision? Which pricing strategies should companies choose over the life cycle of products? What are special forms of pricing on business-to-business markets (e.g. competitive bidding, auctions)?</p> <p>Marketing Communication</p> <p>What is the role of communication and advertising in business-to-business markets? Why advertise? How can companies manage communication over advertisement, exhibitions and public relations?</p> <p>Sales and Distribution</p> <p>How to build customer relationship? What are the major requirements of industrial selling? What is a distribution channel? How to design and manage a channel strategy on business-to-business markets?</p> <p>Knowledge</p> <p>Students will gain an introduction and good overview of</p> <ul style="list-style-type: none"> • Specific challenges in the marketing of innovative goods and services • Key strategic areas in strategic marketing planning (cooperation, internationalization, timing) • Tools for information gathering about future customer needs and requirements • Fundamental pricing theories and pricing methods • Main communication instruments • Marketing channels and main organizational issues in sales management • Basic approaches for managing customer relationship <p>Skills</p> <p>Based on the acquired knowledge students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Design market timing decisions • Make decisions for marketing-related cooperation and internationalization activities • Manage the challenges of market-oriented development of new products and services • Translate customer needs into concepts, prototypes and marketable offers • Determine the perceived quality of an existing product or service using advanced elicitation and measurement techniques that fit the given situation • Analyze the pricing alternatives for products and services • Make strategic sales decisions for products and services (i.e. selection of sales channels) • Analyze the value of customers and apply customer relationship management tools <p>Social Competence</p> <p>The students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • have fruitful discussions and exchange arguments • present results in a clear and concise way • carry out respectful team work <p>Self-reliance</p> <p>The students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acquire knowledge independently in the specific context and to map this knowledge on other new complex problem fields. • Consider proposed business actions in the field of marketing and reflect on them.
<p>Literatur</p>	<p>Homburg, C., Kuester, S., Krohmer, H. (2009). Marketing Management, McGraw-Hill Education, Berkshire, extracts p. 31-32, p. 38-53, 406-414, 427-431</p> <p>Bingham, F. G., Gomes, R., Knowles, P. A. (2005). Business Marketing, McGraw-Hill Higher Education, 3rd edition, 2004, p. 106-110</p> <p>Besanke, D., Dranove, D., Shanley, M., Schaefer, S. (2007), Economics of strategy, Wiley, 3rd edition, 2007, p. 149-155</p> <p>Hutt, M. D., Speh, T.W. (2010), Business Marketing Management, 10th edition, South Western, Lengage Learning, p. 112-116</p>

Lehrveranstaltung L3140: Nachhaltige Unternehmensführung in der Praxis	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten
Dozenten	Stefan Klebert
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L3125: Open and Collaborative Innovation	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Tim Schweisfurth
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2350: Operational Leadership	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Dr. Thomas Kosin
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Leadership & its Environment - Führung & Führungsumfeld • Motivation • Lead Yourself - Selbstführung • Leadership Theories & Styles - Führungstheorien und -stile • Team Leadership - Team & Führung • Lead Change - Wandel herbeiführen • Operational Change - Veränderung im Unternehmen umsetzen • Develop Leadership - Führungsworkshop
Literatur	<p>Czikszentmihalyi, Mihalyi (2014): Flow im Beruf oder Das Geheimnis des Glücks am Arbeitsplatz, Klett-Cotta, 1. Auflage</p> <p>Drucker, Peter F. (1999): Manage Oneself, Harvard Business School, On Managing Yourself, S.13-32</p> <p>Dweck, Carol (2017): Selbstbild - Wie unser Denken Erfolge oder Niederlagen bewirkt, Piper-Verlag (engl. Original: Mindset - The new psychology of success)</p> <p>Goleman, Daniel (2000): Leadership that gets results, Harvard Business School, On Managing People, S.1-14</p> <p>Laloux, Frederic (2015): Reinventing Organizations, Verlag Franz Vahlen</p> <p>McKee, Annie (2014): A focus on leaders, Pearson Education Ltd., 2. Auflage</p> <p>Northouse, Peter G. (2019): Leadership - Theory & Practise, Sage Publications, 8. Auflage</p> <p>Robbins, Stephen P., Coulter, Mary, Fischer, Ingo (2014): Management - Grundlagen der Unternehmensführung, , Pearson Deutschland GmbH, 12. Auflage (engl. Original: Management, 2007, Pearson Prentice Hall, 9. Auflage)</p>

Lehrveranstaltung L0709: Project Management	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Prof. Carlos Jahn
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>The lecture "project management" aims at characterizing typical phases of projects. Important contents are: possible tasks, organization, techniques and tools for initiation, definition, planning, management and finalization of projects. This will also be deepened by exercises within the framework of the event.</p> <p>The following topics will be covered in the lecture:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SMART, Work Breakdown Structure, Operationalization, Goals relation matrix • Metra-Potential Method (MPM), Critical-Path Method (CPM), Program evaluation and review technique (PERT) • Milestone Analysis, Earned Value Analysis (EVA) • Progress reporting, Tracing of project goals, deadlines and costs, Project Management Control Loop, Maturity Level Assurance (MLA) • Risk Management, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), Risk Matrix
Literatur	<p>Project Management Institute (2017): A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) 6. Aufl. Newtown Square, PA, USA: Project Management Institute.</p> <p>DeMarco, Tom (1997). The Deadline: A Novel About Project Management.</p> <p>DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2009). Projektmanagement - Projektmanagementsysteme - Teil 5: Begriffe. (DIN 69901-5)</p> <p>Frigenti, Enzo and Comminos, Dennis (2002). The Practice of Project Management.</p> <p>Haberfellner, Reinhard (2015). Systems Engineering: Grundlagen und Anwendung</p> <p>Harrison, Frederick and Lock, Dennis (2004). Advanced Project Management: A Structured Approach.</p> <p>Heyworth, Frank (2002). A Guide to Project Management.</p> <p>ISO - International Organization for Standardization (2012). Guidance on Project Management. (21500:2012(E))</p> <p>Kerzner, Harold (2013). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling.</p> <p>Lock, Dennis (2018). Project Management.</p> <p>Martinelli, Russ J. and Milošević, Dragan (2016). Project Management Toolbox: Tools and Techniques for the Practicing Project Manager.</p> <p>Murch, Richard (2011). Project Management: Best Practices for IT Professionals.</p> <p>Patzak, Gerold and Rattay, Günter (2009). Projektmanagement: Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios, Programmen und projektorientierten Unternehmen.</p>

Lehrveranstaltung L1385: Projektmanagement in der industriellen Praxis	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Gruppenarbeit: Erstellung eines Poster sowie eines Aufgabenblatts (inkl. Lösungen)
Dozenten	Dipl.-Ing. Wilhelm Radomsky
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>In der Veranstaltung werden aktuelles Wissen und Trends zum Projektmanagement behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> Projektmanagementkultur mit Lessons Learned, Optimierung von Theorie und Prozess Projektmanagementtheorie gespiegelt an den Erfahrungen Projektmanagementpraxis Entwicklung, Implementierung und Betrieb eines PM-Systems in kleinen und großen Firmen, z.B. Siemens Grundlagen des Projektmanagements (Kompetenzen, Methoden, Tools) werden geübt, z.B. EVA, MTA, KTA, FMEA, PDCA, MPM <p>Ziel ist die Information über aktuelle Herausforderungen im PM.</p> <ul style="list-style-type: none"> Modernes agiles Projektmanagement in dynamischen Märkten Herausforderungen in bewegten Zeiten bestehen, Projektmanagement im VUCA- und BANI-Umfeld Beherrschen von Änderungen und Veränderungen Sicherung der Zukunft durch professionelles Agieren Sicherstellen von Gesundheit und Ergebnis in Job und Projekt <p>Mit den Themenschwerpunkten</p> <ul style="list-style-type: none"> Projektmanagement in Industrie, KMU, Studium und privat Project Life Cycle, Prozess und Organisation, agil oder 'agil' Integrations-, Inhalts- und Umfangsmanagement, Umfeld- und Stakeholder Management Vertrags-, Risiko- und Änderungsmanagement Termin-, Kosten- und Personalmanagement Qualitätsmanagement, Erfolgsfaktoren im Projektumfeld Der menschliche Faktor, Unternehmenskultur Kommunikationsmanagement, Teamentwicklung, Führungstheorien <p>Projektmanagement wird als probates Mittel zur Aufgaben- und Problemlösung in privaten und beruflichen Umfeldern präsentiert. Projektmanagement wird mehr als agiles zielorientiertes Führungskonzept in Firmen und Betrieben genutzt. Den TeilnehmerInnen werden Kompetenzen und Lösungswege zur Bewältigung ihrer Aufgaben vorgestellt. Die Anwendung des Projektmanagements kann bereits im Studium zur Verbesserung von Struktur, Kommunikation, führen und auf den Berufseinstieg vorbereiten. Die Vorlesung dient als Basis für eine Projektmanagementzertifizierung bei den entsprechenden Zertifizierungsstellen wie z.B. GPM oder PMI, der Projektmanagementprozess wird gemäß den grundlegenden internationalen Projektmanagementstandards IPMA und PMI und dem für die Praxis angepasstem Projektmanagementsystem von Siemens vorgestellt.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • PMI - PMBOK-Guide 7th Edition (A Guide to the Project Management Body of Knowledge) 2021 • GPM - Kompetenzbasiertes Projektmanagement (PM4) 2019 • Bea/Scheurer/Hesselmann - Projektmanagement 2019 • Kerzner, Harold - Projektmanagement 2022

Lehrveranstaltung L1897: Projektmanagement und Agile Methoden	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	Ausarbeitung eines Projektplans in Kleingruppen (ca. 5-10 Seiten)
Dozenten	Christian Bussler
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Veranstaltung vermittelt die Grundlagen des Projektmanagements, wie es sowohl in technischen als auch in kaufmännischen Projekten angewandt wird. Inhaltlich abgerundet wird sie durch einen Exkurs zum Prozessmanagement. Zentrale Fragestellungen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Was macht ein Projekt aus und vor welche Herausforderungen stellt es die Beteiligten? - Welche Methoden gibt es, um diesen Herausforderungen zu begegnen? - Wie wurden die Methoden weiterentwickelt, um immer schnelleren Innovationszyklen gerecht zu werden? Was ist heute "state of the art"? - Was wird von den einzelnen Projektmitgliedern erwartet? - Was unterscheidet Projekte von Prozessen? Wie werden letztere analysiert? <p>Die Methoden werden in der Veranstaltung nicht nur vermittelt, sondern unmittelbar in Gruppenarbeit angewendet. Damit werden die Teilnehmer befähigt, sich konstruktiv in Projekte einzubringen und später selbst Projekte zu gestalten und zu steuern. Da in Unternehmen immer mehr projektorientiert gearbeitet wird, stellt dies eine Schlüsselqualifikation dar.</p> <p>Themenschwerpunkte sind dabei:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Das "magische Dreieck" der Projektziele - Typische Projektphasen - Klassische Instrumente und Methoden (Projektstrukturplan, DEMI, Gantt-Diagramm) - Projektorganisation und -steuerung - Kommunikation und Arbeit im Team - Agiles Vorgehen nach Scrum - Prozessebenen und -kaskadierung - Grundlagen der Prozessoptimierung <p>Die Veranstaltung ist so aufgebaut, dass die Teilnehmer mit überschaubarem zusätzlichen Aufwand eine Basiszertifizierung für Projektmanagement bei einer entsprechenden Zertifizierungsstellen (z.B. GPM Basiszertifikat) erwerben können.</p> <p>Teile der Hausarbeit sind bereits Ergebnis der Gruppenarbeit im Seminar selbst. Sie soll 5-10 Seiten umfassen sowie einen Projektstrukturplan, der z.B. in Excel ausgearbeitet werden kann. Erwünscht ist, dass die Hausarbeit in Arbeitsgruppen erstellt wird. Der erwartete Umfang steigt dann an, jedoch nicht proportional zur Zahl der Arbeitsgruppenmitglieder (bei 4 Teilnehmern z.B. 15-20 Seiten).</p>
Literatur	<p>Hans-D. Litke, Ilonka Kunow; Projektmanagement. 3. Auflage 2015</p> <p>Georg Patzak, Günter Rattay; Projektmanagement: Projekte, Projektpotfolios, Programme und projektorientierte Unternehmen. 6. Auflage 2014</p> <p>G P M Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement; Kompetenzbasiertes Projektmanagement (PM3): Handbuch für die Projektarbeit, Qualifizierung und Zertifizierung auf Basis der IPMA Competence Baseline Version 3.0. 6. Auflage, 2014</p> <p>Tom DeMarco; Der Termin: Ein Roman über Projektmanagement. 2007</p> <p>Jeff Sutherland, Ken Schwaber; Der Scrum Guide. Der gültige Leitfaden für Scrum: Die Spielregeln. Ständig aktualisiert, kostenloser Download auf http://www.scrumguides.org/</p> <p>Jurgen Appello; Management 3.0: Leading Agile Developers, Developing Agile Leaders. 2010</p>

Lehrveranstaltung L2349: Rechnungswesen und Jahresabschluss	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Matthias Meyer
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1133: Recht für Ingenieure	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
Dozenten	Markus A. Meyer-Chory
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Auffrischung: Grundlagen des Rechts • Fälle rechtlich relevanten Ingenieurhandelns: Vertragsrecht, Haftungsrecht - auch Produkthaftung, Arbeitsrecht, Patentrecht, Gesellschaftsrecht
Literatur	<p>Notwendiger Gesetzestext (in Klausur erlaubt):</p> <p>Bürgerliches Gesetzbuch 72. Auflage, 2013, dtv Beck-Texte 5001, ISBN 978-3-406-65707-8</p> <p>Empfohlene Gesetzestexte: Arbeitsgesetze 83. Auflage, 2013 dtv Beck-Texte 5006 ISBN 978-3-406-65689-7</p> <p>Handelsgesetzbuch 54. Auflage, 2013 dtv Beck Texte 5002 ISBN 978-3-406-65083-3</p> <p>Gesellschaftsrecht, 13. Auflage, 2013 dtv Beck Texte 5585 ISBN 978-3-406-64502-0</p> <p>Wettbewerbsrecht, Markenrecht und Kartellrecht, 33. Auflage, 2013 dtv Beck Texte ISBN 978-3-406-65212-7</p> <p>Empfohlene Literatur:</p> <p>Vock, Willi, Recht der Ingenieure, 1. Auflage 2012, Boorberg Verlag, ISBN-10:3-415-04535-8 --- EAN:9783415045354</p> <p>Meurer Rechtshandbuch für Architekten und Ingenieure 1...Auflage -- erscheint Anfg 2014 Werner Verlag ISBN 978-3-8041-4342-5</p> <p>Eisenberg / Gildeggen / Reuter / Willburger Produkthaftung 2. Auflage - erscheint Anfg 2014 Oldenbourg Verlag - ISBN 978-3-486-71324-4</p> <p>ENDERS/HETGER, Grundzüge der betrieblichen Rechtsfragen, 4. Auflage, 2008 Richard Boorberg Verlag - ISBN 978-3-415-04005-2</p> <p>Müssig, Peter, Wirtschaftsprivatrecht, 15. Auflage, 2012, C.F. Müller UTB - ISBN 978-3-81149476-3</p> <p>Schade, Friedrich, Wirtschaftsprivatrecht, 2. Auflage 2009, Kohlhammer - ISBN 978-3-17-021087-5</p>

Lehrveranstaltung L1389: Schwerpunkte des Patentrechts	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Prof. Christian Rohnke
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Das Seminar behandelt in vertiefter und komprimierter Form fünf wesentliche Schwerpunkte des Patentrechts, nämlich die Patentierungsvoraussetzungen, das Anmeldeverfahren, Fragen der Inhaberschaft unter besonderer Berücksichtigung von Arbeitnehmererfindern, den Verletzungsprozess sowie den Lizenzvertrag und die sonstige wirtschaftliche Verwertung von Patenten.</p> <p>Einer vorlesungsartigen Einführung in den Themenkreis durch den Referenten folgt eine vertiefte Auseinandersetzung der Teilnehmer mit dem Stoff durch die Anwendung im Rahmen von Gruppenarbeiten, die Vorstellung der Ergebnisse und anschließende Diskussion im Kreis der Seminarteilnehmer.</p>
Literatur	wird noch bekannt gegeben

Lehrveranstaltung L2982: Startup Engineering	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 Minuten
Dozenten	Prof. Christoph Ihl, Dr. Hannes Lampe
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2409: Strategic Shared-Value Management	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 Minuten
Dozenten	Dr. Jill Küberling-Jost
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2295: Strategische Planung mit Planspielen	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Dr. Jan Spitzner
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1351: Unternehmensberatung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Gerald Schwetje
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Die Vorlesung "Unternehmensberatung" vermittelt dem Studierenden komplementäres Wissen zum technischen und betriebswirtschaftlichen Studium. Die Studierenden lernen die Grundlagen der Beratung sowie das Zusammenwirken der Akteure (Agent-Prinzipal-Theorie) kennen und erhalten einen Überblick zum Beratungsmarkt. Darüber hinaus wird aufgezeigt, wie eine Unternehmensberatung funktioniert und welche methodischen Bausteine (Prozesse) notwendig sind, um ein Anliegen eines Klienten zu bearbeiten und einen Beratungsprozess durchzuführen. Anhand von praxisnahen Anwendungsbeispielen sollen die Studierenden einen Einblick in das breite Leistungsangebot der Managementberatung als auch der funktionalen Beratung erhalten.
Literatur	<p>Bamberger, Ingolf (Hrsg.): Strategische Unternehmensberatung: Konzeptionen - Prozesse - Methoden, Gabler Verlag, Wiesbaden 2008</p> <p>Bansbach, Schübel, Brötzel & Partner (Hrsg.): Consulting: Analyse - Konzepte - Gestaltung, Stollfuß Verlag, Bonn 2008</p> <p>Fink, Dietmar (Hrsg.): Strategische Unternehmensberatung, Vahlers Handbücher, München, Verlag Vahlen, 2009</p> <p>Heuermann, R./Herrmann, F.: Unternehmensberatung: Anatomie und Perspektiven einer Dienstleistungselite, Fakten und Meinungen für Kunden, Berater und Beobachter der Branche, Verlag Vahlen, München 2003</p> <p>Kubr, Milan: Management consulting: A guide to the profession, 3. Auflage, Geneva, International Labour Office, 1992</p> <p>Kütting, Karlheinz (Hrsg.): Saarbrücker Handbuch der Betriebswirtschaftlichen Beratung; 4. Aufl., NWB Verlag, Herne 2008</p> <p>Nagel, Kurt: 200 Strategien, Prinzipien und Systeme für den persönlichen und unternehmerischen Erfolg, 4. Aufl., Landsberg/Lech, mi-Verlag, 1991</p> <p>Niedereichholz, Christel: Unternehmensberatung: Beratungsmarketing und Auftragsakquisition, Band 1, 2. Aufl., Oldenburg Verlag, 1996</p> <p>Niedereichholz; Christel: Unternehmensberatung: Auftragsdurchführung und Qualitätssicherung, Band 2, Oldenburg Verlag, 1997</p> <p>Quiring, Andreas: Rechtshandbuch für Unternehmensberater: Eine praxisorientierte Darstellung der typischen Risiken und der zweckmäßigen Strategien zum Risikomanagement mit Checklisten und Musterverträgen, Vahlen Verlag, München 2005</p> <p>Schwetje, Gerald: Ihr Weg zur effizienten Unternehmensberatung: Beratungserfolg durch eine qualifizierte Beratungsmethode, NWB Verlag, Herne 2013</p> <p>Schwetje, Gerald: Wer seine Nachfolge nicht regelt, vermindert seinen Unternehmenswert, in: NWB, Betriebswirtschaftliche Beratung, 03/2011 und: Sparkassen Firmenberatung aktuell, 05/2011</p> <p>Schwetje, Gerald: Strategie-Assessment mit Hilfe von Arbeitshilfen der NWB-Datenbank - Pragmatischer Beratungsansatz speziell für KMU: NWB, Betriebswirtschaftliche Beratung, 10/2011</p> <p>Schwetje, Gerald: Strategie-Werkzeugkasten für kleine Unternehmen, Fachbeiträge, Excel-Berechnungsprogramme, Checklisten/Muster und Mandanten-Merkblatt: NWB, Downloadprodukte, 11/2011</p> <p>Schwetje, Gerald: Die Unternehmensberatung als komplementäres Leistungsangebot der Steuerberatung - Zusätzliches Honorar bei bestehenden Klienten: NWB, Betriebswirtschaftliche Beratung, 02/2012</p> <p>Schwetje, Gerald: Die Mandanten-Berater-Beziehung: Erfolgsfaktor Beziehungsmanagement, in: NWB Betriebswirtschaftliche Beratung, 08/2012</p> <p>Schwetje, Gerald: Die Mandanten-Berater-Beziehung: Erfolgsfaktor Vertrauen, in: NWB Betriebswirtschaftliche Beratung, 09/2012</p> <p>Wohlgemuth, Andre C.: Unternehmensberatung (Management Consulting): Dokumentation zur Vorlesung „Unternehmensberatung“, vdf Hochschulverlag, Zürich 2010</p>

Lehrveranstaltung L2669: Negotiation Management	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Prüfungsart	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	Vorbereitung, Durchführung und Selbstreflektion zu einer simulierten Verhandlungssituation. Die fiktive Verhandlung hat einen Umfang von 4 ½ Präsenzstunden und erfordert ausführliche Vor- und Nachbereitung im Umfang von ca. 3 x 2 Stunden. Zum Abschluss ist ein Reflektionsbericht einzureichen. Weitere Prüfungsleistungen werden im Rahmen von Lernfortschrittsabfragen entlang der Vorlesung erbracht.
Dozenten	Prof. Christian Lüthje
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe

<p>Inhalt</p>	<p>General description of course content and course goals</p> <p>We negotiate everyday in private and professional contexts. Leading negotiations successfully has a significant impact on future careers. Yet, we tend to have limited knowledge about the theory and empirical evidence regarding successful negotiating. Many people approach negotiations in a rather intuitive and unplanned way which often results in sub-optimal negotiation outcomes.</p> <p>The purpose of this interactive and problem-based course is to theoretically understand the strategies and process of negotiation as practiced in a variety of business-related settings (e.g. negotiations about working conditions, negotiations with customers and suppliers). The course will highlight the components of an effective negotiation (strategy, preparation, execution, evaluation) and offer the students the opportunity to analyze their own behavior in negotiations in order to improve.</p> <p>The course structure is experiential and problem-based, combining lectures, class discussion, mini-cases and small exercises, and more comprehensive negotiation practices in longer sessions. Through participation in negotiation exercises, students will have the opportunity to practice their communication and persuasion skills and to experiment with a variety of negotiating strategies and tactics. Students will apply the lessons learned to ongoing, real-world negotiations.</p> <p>Content:</p> <p>The students will find answers to the following fundamental questions of negotiation strategies in theory and practice:</p> <ul style="list-style-type: none"> • How do negotiations influence everyday life and business processes? • What are key features of negotiations? • What are different forms of negotiations? What kinds of negotiation can be distinguished? • Which theoretical approaches to a theory of negotiation can be distinguished? • How can game theory be applied to negotiation? • What makes an effective negotiator? • Which factors should be considered when planning negotiations? • What steps must be followed to reach a deal? • Are there specific negotiation tactics? • What are the typical barriers to an agreement and how to deal with them? • What are possible cognitive (mental) errors and how to correct them? <p>Knowledge</p> <p>Students know...</p> <ul style="list-style-type: none"> • the theory basics of negotiations (e.g. game theory, behavioral theories) • the types and the pros and cons of different negotiation strategies • the process of negotiation, including goal formulation, preparation/planning, execution and evaluation • about some key issues impacting negotiations (e.g. team building and roles, barriers to reaching a deal, cognitive biases, multi-phase negotiations) <p>Skills</p> <p>Students are capable of...</p> <ul style="list-style-type: none"> • simultaneously considering multiple factors in negotiation situations and taking reasoned actions when preparing and conducting negotiations. • Analyzing and handling the key challenges of uncertainty, risk, intercultural differences, and time pressure in realistic negotiation situations. • assessing the typical barriers to an agreement (e.g. lack of trust), dealing with hardball tactics (e.g. good cop, bad cop; lowball, highball; intimidation), and avoiding cognitive traps (e.g. unchecked emotions, overconfidence). • reflecting on their decision-making in uncertain negotiation situations and derive actions for future decisions. <p>Social Competence</p> <p>Students can...</p> <ul style="list-style-type: none"> • provide appropriate feedback and handle feedback on their own performance constructively. • constructively interact with their team members in role playing in negotiations sessions • develop joint solutions in mixed teams and present them to others in real-world negotiation situations <p>Self-Reliance</p> <p>Students are able to...</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ assess possible consequences of their own negotiation behavior ◦ define own positions and tasks in the negotiation preparation process. ◦ justify and make elaborated decisions in authentic negotiation situations.
<p>Literatur</p>	<p>R.J. Lewicki / B. Barry / D.M. Saunders: Negotiation. Sixth Edition, McGraw-Hill, Boston, 2010.</p> <p>H. Raiffa: Negotiation analysis. Belknap Press of Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass, 2007.</p> <p>R. Fisher / W. Ury: Getting to yes. Third edition. Penguin, New York, 2011.</p> <p>M. Voeth / U. Herbst: Verhandlungsmanagement: Planung, Steuerung und Analyse. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 2009.</p>

Lehrveranstaltung L1132: Wirtschaftsprivatrecht	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
Dozenten	Markus A. Meyer-Chory
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>- Grundzüge des Deutschen Rechtssystems</p> <p>- Grundbegriffe und Systematik des Zivil-, Handels-, Gesellschafts- und Arbeitsrechts mit spezifischen Schwerpunkten z.B. Versicherungsrecht</p>
Literatur	folgt im Seminar

Lehrveranstaltung L1381: Öffentliches- und Verfassungsrecht	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	2 Stunden
Dozenten	Klaus-Ulrich Tempke
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<p>Die Materien des öffentlichen Rechts sowie Verfahrensgang, Instanzenzug und Gerichtsbesetzung der Verwaltungsgerichtsbarkeit. Unterschiedliche Gewalten, Organe und Handlungsformen der Gewalten</p> <p>Grundbegriffe und Grundstrukturen der Grundrechte, grundrechtsgleiche Rechte</p> <p>Grundrechtsfähigkeit, objektive Funktionen und subjektiver Gewährleistungsgehalt von Grundrechten</p> <p>Die Menschenwürde als Leitprinzip der Verfassung</p> <p>Das allgemeine Persönlichkeitsrecht</p> <p>Die allgemeine Handlungsfreiheit</p> <p>Vorrausgesetzt:</p> <p>Eigene Ausgabe des Grundgesetzes (kostenlos bei der Landeszentrale für politische Bildung erhältlich)</p>
Literatur	

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 <i>Wissen</i>	<p>Die Nichttechnischen Angebote (NTA)</p> <p>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.</p> <p>Die Lehrarchitektur</p> <p>besteht aus einem studiengangübergreifenden Pflichtstudienangebot. Durch dieses zentral konzipierte Lehrangebot wird die Profilierung der TUHH Ausbildung auch im nichttechnischen Bereich gewährleistet.</p> <p>Die Lernarchitektur erfordert und übt eigenverantwortliche Bildungsplanung in Hinblick auf den individuellen Kompetenzaufbau ein und stellt dazu Orientierungswissen zu thematischen Schwerpunkten von Veranstaltungen bereit.</p> <p>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.</p> <p>Die Lehr-Lern-Arrangements</p> <p>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.</p> <p>Die Lehrbereiche</p> <p>basieren auf Forschungsergebnissen aus den wissenschaftlichen Disziplinen Kulturwissenschaften, Gesellschaftswissenschaften, Kunst, Geschichtswissenschaften, Kommunikationswissenschaften, Migrationswissenschaften, Nachhaltigkeitsforschung und aus der 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.</p> <p>Das Kompetenzniveau</p> <p>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.</p> <p>Fachkompetenz (Wissen)</p> <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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).
Fertigkeiten	<p>Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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.

<p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>	<p>Die Studierenden sind fähig ,</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) <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).
<p>Arbeitsaufwand in Stunden</p>	<p>Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen</p>
<p>Leistungspunkte</p>	<p>6</p>

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				
<i>Wissen</i>	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.			
	Die Studierenden kennen die Vorlesungs- und Übungsinhalte und können diese erläutern sowie auf neue Fragestellungen anwenden.			
<i>Fertigkeiten</i>	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.			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten.			
<i>Selbstständigkeit</i>	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.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung	
	Ja	Keiner	Schriftliche Ausarbeitung	
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	90 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: 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: Digital Communications	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Repetition: Baseband Transmission <ul style="list-style-type: none"> ◦ Pulse shaping: Non-return to zero (NRZ) rectangular pulses, raised-cosine pulses, square-root raised-cosine pulses ◦ Power spectral density (psd) of baseband signals ◦ Intersymbol interference (ISI) ◦ First and second Nyquist criterion ◦ AWGN channel ◦ Matched filter ◦ Matched-filter receiver and correlation receiver ◦ Noise whitening matched filter ◦ Discrete-time AWGN channel model • Representation of bandpass signals and systems in the equivalent baseband

- Quadrature amplitude modulation (QAM)
- Equivalent baseband signal and system
- Analytical signal
- Equivalent baseband random process, equivalent baseband white Gaussian noise process
- Equivalent baseband AWGN channel
- Equivalent baseband channel model with frequency-offset and phase noise
- Equivalent baseband Rayleigh fading and Rice fading channel models
- Equivalent baseband frequency-selective channel model
- Discrete memoryless channels (DMC)
- Bandpass transmission via carrier modulation
 - Amplitude modulation, frequency modulation, phase modulation
 - Linear digital modulation methods
 - On-off keying, M-ary amplitude shift keying (M-ASK), M-ary phase shift keying (M-PSK), M-ary quadrature amplitude modulation (M-QAM), offset-QPSK
 - Signal space representation of transmit signal constellations and signals
 - Energy of linear digital modulated signals, average energy per symbol
 - Power spectral density of linear digital modulated signals
 - Bandwidth efficiency
 - Correlation coefficient of elementary signals
 - Error probabilities of linear digital modulation methods
 - Error functions
 - Gray mapping and natural mapping
 - Bit error probabilities, symbol error probabilities, pairwise symbol error probabilities
 - Euclidean distance and Hamming distance
 - Exact and approximate computation of error probabilities
 - Performance comparison of modulation schemes in terms of per bit SNR vs. per symbol SNR
 - Hierarchical modulation, multilevel modulation
 - Effects of carrier phase offset and carrier frequency offset
 - Differential modulation
 - M-ary differential phase shift keying (M-PSK)
 - Coherent and non-coherent detection of DPSK
 - p/M-differential phase shift keying (p/M-DPSK)
 - Differential amplitude and phase shift keying (DAPSK)
 - Non-linear digital modulation methods
 - Frequency shift keying (FSK)
 - Modulation index
 - Minimum shift keying (MSK)
 - Offset-QPSK representation of MSK
 - MSK with differential precoding and rotation
 - Bit error probabilities of MSK
 - Gaussian minimum shift keying (GMSK)
 - Power spectral density of MSK and GMSK
 - Continuous phase modulation (CPM)
 - General description of CPM signals
 - Frequency pulses and phase pulses
 - Coherent and non-coherent detection of FSK
 - Performance comparison of linear and non-linear digital modulation methods
- Frequency-selective channels, ISI channels
 - Intersymbol interference and frequency-selectivity
 - RMS delay spread
 - Narrowband and broadband channels
 - Equivalent baseband transmission model for frequency-selective channels
 - Receive filter design
- Equalization
 - Symbol-spaced and fractionally-spaced equalizers
 - Inverse system
 - Non-recursive linear equalizers
 - Linear zero-forcing (ZF) equalizer
 - Linear minimum mean squared error (MMSE) equalizer
 - Non-linear equalization:
 - Decision feedback equalizer (DFE)
 - Tomlinson-Harashima precoding
 - Maximum a posteriori probability (MAP) and maximum likelihood equalizer, Viterbi algorithm
- Single-carrier vs. multi-carrier transmission
- Multi-carrier transmission
 - General multicarrier transmission
 - Orthogonal frequency division multiplex (OFDM)
 - OFDM implementation using the Fast Fourier Transform (FFT)
 - Cyclic guard interval
 - Power spectral density of OFDM
 - Peak-to-average power ratio (PAPR)
- Multiple access
 - Principles of time division multiple access (TDMA), frequency division multiple access (FDMA), code division multiple access (CDMA), non-orthogonal multiple access (NOMA), hybrid multiple access
- Spread spectrum communications

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Direct sequence spread spectrum communications ◦ Frequency hopping ◦ Protection against eavesdropping ◦ Protection against narrowband jammers ◦ Short vs. long spreading codes ◦ Direct sequence spread spectrum communications in frequency-selective channels <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rake receiver ◦ Code division multiple access (CDMA) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Design criteria of spreading sequences, autocorrelation function and crosscorrelation function of spreading sequences ▪ Intersymbol interference (ISI) and multiple access interference (MAI) ▪ Pseudo noise (PN) sequences, maximum length sequences (m-sequences), Gold codes, Walsh-Hadamard codes, orthogonal variable spreading factor (OVSF) codes ▪ Multicode transmission ▪ CDMA in uplink and downlink of a wireless communications system ▪ Single-user detection vs. multi-user detection
--	--

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>
------------------	--

Lehrveranstaltung L0445: Digital Communications	
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

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 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. <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 <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. <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 		
<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	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

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 • Performace 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 M0746: Microsystem Engineering			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Mikrosystemtechnik (L0680)		Vorlesung	2 4
Mikrosystemtechnik (L0682)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2 2
Modulverantwortlicher	Dr. rer. nat. Thomas Kusserow		
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	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Nein	10 %	Referat
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	zweistündig		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0680: Microsystem Engineering	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. rer. nat. Thomas Kusserow
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	Dr. rer. nat. Thomas Kusserow
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 M1137: Technischer Ergänzungskurs für IMPMM - Bereich ET (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse in Elektrotechnik, Physik, Halbleiterbauelemente und Mathematik auf Bachelor-Niveau.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Da dieses Modul aus dem Modul-Katalog des Dekanats E frei gewählt werden kann, richtet sich die Fachkompetenz nach dem jeweils gewählten Fach.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Da dieses Modul aus dem Modul-Katalog des Dekanats E frei gewählt werden kann, richten sich die zu erwerbenden Fertigkeiten nach dem jeweils gewählten Fach.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können mit einem der mehreren Partnern mit unterschiedlichem fachlichen Hintergrund effektiv zusammenarbeiten. • Studierende können selbständig alleine oder in einer kleinen Gruppe fachliche Probleme lösen und Fachfragen beantworten. <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, ihr erworbenes Wissen realistisch einzuschätzen. • Die Studierenden können Szenarien entwickeln, um die Auswirkungen von moderner, mobiler Elektronik auf den zukünftigen Lebensstil der Gesellschaft einzuschätzen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	6		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

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			
<i>Wissen</i>	Students are able		
	<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 • to explain in details operation principles of microsensors and microactuators and • to discuss the potential and limitation of microsystems in application. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are capable		
	<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. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to plan and carry out experiments in groups, as well as present and represent the results in front of others. These social skills are practiced both during the preparation phase, in which the groups work out and present the theory, and during the follow-up phase, in which the groups prepare, document and present their practical experiences.		
<i>Selbstständigkeit</i>	The independence of the students is demanded and promoted in that they have to transfer and apply what they have learned to ever new boundary conditions. This requirement is communicated at the beginning of the semester and consistently practiced until the exam. Students are encouraged to work independently by not being given a solution, but by learning to work out the solution step by step by asking specific questions. Students learn to ask questions independently when they are faced with a problem. They learn to independently break down problems into manageable sub-problems.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja Keiner	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung	Studierenden führen in Kleingruppen ein Laborpraktikum 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	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: 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 Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

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
Inhalt	<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 and GMR, fluxgate magnetometer) • 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 M0747: Microsystem Design						
Lehrveranstaltungen						
Titel		Typ	SWS LP			
Mikrosystementwurf (L0683)		Vorlesung	2 3			
Mikrosystementwurf (L0684)		Laborpraktikum	3 3			
Modulverantwortlicher	Dr. rer. nat. Thomas Kusserow					
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><i>Wissen</i> 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><i>Fertigkeiten</i> 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> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> 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><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to acquire particular knowledge using specialized literature and to integrate and associate this knowledge with other fields.</p>					
Arbeitsaufwand in Stunden				Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte				6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	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	Dr. rer. nat. Thomas Kusserow
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	Dr. rer. nat. Thomas Kusserow
Sprachen	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. <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. <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. <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. 		
<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	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 M1131: Technischer Ergänzungskurs für IMPMM - Bereich TUHH (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse in Elektrotechnik, Physik, Halbleiterbauelemente, Software und Mathematik auf Bachelor-Niveau.		
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>	<p>Da dieses Modul aus dem Modul-Katalog der TUHH frei gewählt werden kann, richtet sich die Fachkompetenz nach dem jeweils gewählten Fach.</p> <p>Da dieses Modul aus dem Modul-Katalog der TUHH frei gewählt werden kann, richten sich die zu erwerbenden Fertigkeiten nach dem jeweils gewählten Fach.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können mit einem der mehreren Partnern mit unterschiedlichem fachlichen Hintergrund effektiv zusammenarbeiten. • Studierende können selbständig alleine oder in einer kleinen Gruppe fachliche Probleme lösen und Fachfragen beantworten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	6		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

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 <i>Wissen</i>	Die Studierenden können <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. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierenden sind in der Lage, <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>Sozialkompetenz</i>	Studierenden können in Gruppen Versuche planen, durchführen sowie die Ergebnisse präsentieren und vor anderen vertreten. Das Üben dieser sozialen Kompetenzen erfolgt sowohl während der Vorbereitungsphase, in der die Gruppen die Theorie erarbeiten und präsentieren, als auch in der Nachbereitungsphase, in der die Gruppen ihre praktischen Erfahrungen aufbereiten, dokumentieren und präsentieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Selbständigkeit der Studierenden wird gefordert und gefördert, in dem sie das Erlernte auf immer neue Randbedingungen übertragen und anwenden müssen. Dieser Anspruch wird zum Anfang des Semesters kommuniziert und konsequent bis zur Prüfung praktiziert. Studierenden werden zu dieser Selbständigkeit dadurch gefördert, dass Lösungswege nicht vorgegeben werden, sondern Studierenden lernen über gezielte Fragen Schritt für Schritt die Lösung zu erarbeiten. Studierenden lernen, selbständig Fragen zu stellen, wenn sie vor einem Problem stehen. Sie lernen eigenständig Probleme in überschaubare Teilprobleme herunter zu brechen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: 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 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, Aushheilprozesse 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, Auflösungsgränze, Probleme in der Praxis und Belichtungseinrichtungen, additive Verfahren: Abhebetchnik 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 Ätzstoppverfahren; Trockenätzen: plasmaunterstütztes Ätzen, Rückspütern, Ionenätzen, chemisches Trockenätzen, RIE, Seitenwandpassivierung) • Prozess-Integration (CMOS-Prozess, Bipolar-Prozess) • A u f b a u - und Verbindungstechnik (Integrationshierarchien, Gehäuse, Chip-on-Board, Chip-Montagetechnik, Verbindungstechniken: Drahtbonden, TAB und Flipchip-Technik, Waferlevel-Package, 3D-Stacking)
Literatur	<p>S.K. Ghandi: VLSI Fabrication principles - Silicon and Gallium Arsenide, John Wiley & Sons</p> <p>S.M. Sze: Semiconductor Devices - Physics and Technology, John Wiley & Sons</p> <p>U. Hilleringmann: Silizium-Halbleitertechnologie, Teubner Verlag</p> <p>H. Beneking: Halbleitertechnologie - Eine Einführung in die Prozeßtechnik von Silizium und III-V-Verbindungen, Teubner Verlag</p> <p>K. Schade: Mikroelektroniktechnologie, Verlag Technik Berlin</p> <p>S. Campbell: The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication, Oxford University Press</p> <p>P. van Zant: Microchip Fabrication - A Practical Guide to Semiconductor Processing, McGraw-Hill</p>

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 M1130: Projektarbeit IMPMM			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Dozenten des SD E		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Gute Kenntnisse in dem Design elektronischer Schaltkreise, im Aufbau von Mikroprozessorsystemen und für Signalverarbeitung sowie in der Handhabung von Softwarepaketen zur Simulation von elektrischen und physikalischen Vorgängen.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studentin oder der Student kann sich in einem wissenschaftliches Teilgebiet selbständig vertiefte Kenntnisse erarbeiten und in diesem Teilgebiet selbständig Lösungswege für wissenschaftliche Fragestellungen benennen.		
<i>Wissen</i>	Die Studentin oder der Student ist in der Lage, wissenschaftliche Problemstellungen zu beschreiben und die selbständig erarbeiteten Lösungswege in einer gut strukturierten Form umzusetzen.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studentin oder der Student kann sich in kleine Teams von Wissenschaftlern integrieren und die von ihr oder ihm erarbeiteten Lösungsvorschläge im Team diskutieren. Sie oder er ist in der Lage, ihre oder seine Ergebnisse in klarer und gut strukturierter Form zu präsentieren.		
Personale Kompetenzen	Die Studentin oder der Student kann wissenschaftliche Arbeiten zeitgerecht durchführen und die Ergebnisse in ausführlicher und verständlicher Form dokumentieren. Sie oder er ist in der Lage, mögliche Probleme rechtzeitig zu erkennen und Lösungsvorschläge zu erarbeiten.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 450, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	15		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Studienarbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	laut FSPO		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Pflicht		

Modul M1591: Seminar for IMPMM			
Lehrveranstaltungen			
Titel Seminar für IMPMM (L2428)	Typ Seminar	SWS 2	LP 3
Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basics from the field of the seminar		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i>	Students can explain the most important facts and relationships of a specific topic from the field of the seminar. Students are able to compile a specified topic from the field of the seminar and to give a clear, structured and comprehensible presentation of the subject. They can comply with a given duration of the presentation. They can write in English a summary including illustrations that contains the most important results, relationships and explanations of the subject.		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to adapt their presentation with respect to content, detailedness, and presentation style to the composition and previous knowledge of the audience. They can answer questions from the audience in a curt and precise manner. Students are able to autonomously carry out a literature research concerning a given topic. They can independently evaluate the material. They can self-reliantly decide which parts of the material should be included in the presentation.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	15 Minuten Vortrag + 5-10 Minuten Diskussion + 2 Seiten schriftliche Zusammenfassung		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L2428: Seminar for IMPMM	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<p>Prepare, present, and discuss talks about recent topics from the field of semiconductors. The presentations must be given in English.</p> <p>Evaluation Criteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • understanding of subject, discussion, response to questions • structure and logic of presentation (clarity, precision) • coverage of the topic, selection of subjects presented • linguistic presentation (clarity, comprehensibility) • visual presentation (clarity, comprehensibility) • handout (see below) • compliance with timing requirement. <p>Handout: A printed handout (short abstract) of your presentation in English language is mandatory. This should not be longer than two pages A4, and include the most important results, conclusions, explanations and diagrams.</p>
Literatur	<p>Aktuelle Veröffentlichungen zu dem gewählten Thema.</p> <p>Recent publications of the selected topics.</p>

Fachmodule der Vertiefung Communication and Signal Processing

In der Vertiefungsrichtung Communication and Signal Processing erlernen die Studierenden sowohl die physikalischen und technischen Grundlagen moderner drahtgebundener und drahtloser Kommunikationssysteme als auch die Realisierung von technischen Ausführungsformen. Sie haben die Möglichkeit, ihre Kenntnisse in Richtung verschiedener Schwerpunkte, wie zum Beispiel Systeme für Audio- oder Videosignalprozessierung, auszubauen. Die Studierenden verstehen die Grundkonzepte dieser Systeme und können deren Grenzen erkennen. Mit Hilfe dieses Wissens können sie Verbesserungspotenzial identifizieren und Vorschläge für deren konkrete Umsetzung erarbeiten.

Alle Studierende müssen aus dieser Vertiefungsrichtung Lehrveranstaltungen mit einem Umfang von insgesamt 18 Leistungspunkten belegen.

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	<p><i>Wissen</i> 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.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> 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.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> 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.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to obtain the necessary expert knowledge for understanding the functionality and performance capabilities of new communication networks independently.</p>		
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 Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: 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 Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: 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, Dr.-Ing. Koojana Kuladinithi
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 M0710: Hochfrequenztechnik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Hochfrequenztechnik (L0573)	Vorlesung	2	3
Hochfrequenztechnik (L0574)	Hörsaalübung	2	2
Hochfrequenztechnik (L0575)	Laborpraktikum	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Kölpin		
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			
<i>Wissen</i>	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.		
<i>Fertigkeiten</i>	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 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.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden führen während des Praktikums in Gruppen versuche durch. Sie dokumentieren, diskutieren und bewerten die Ergebnisse gemeinsam.		
<i>Selbstständigkeit</i>	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.		
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. Alexander Kölpin
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: Leistungsrohren, 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. Alexander Kölpin
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. Alexander Kölpin
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

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> 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 (LTE, 5G) they can put the learnt content into a larger context.</p> <p>The students are familiar with the contents of lecture and tutorials. They can explain and apply them to new problems.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> 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> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students can jointly elaborate tasks in small groups and present their results in an adequate fashion.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> 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	Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht		

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 LTE, LTE Advanced, and 5G New Radio.</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. Second Edition, Pearson, 2013</p> <p>Stefani Sesia, Issam Toufik, Matthew Baker: LTE - The UMTS Long Term Evolution. Second Edition, Wiley, 2011</p> <p>Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Sköld: 5G NR - The Next Generation Wireless Access Technology. Second Edition, Academic Press, 2021</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 M1700: Satellite Communications and Navigation			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Funkbasierte Positionierung und Navigation (L2711)		Vorlesung	2
Satellitenkommunikation (L2710)		Vorlesung	3
Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	The module is designed for a diverse audience, i.e. students with different background. Basic knowledge of communications engineering and signal processing are of advantage but not required. The course intends to provide the chapters on communications techniques such that on the one hand students with a communications engineering background learn additional concepts and examples (e.g. modulation and coding schemes or signal processing concepts) which have not or in a different way been treated in our other bachelor and master courses. On the other hand, students with other background shall be able to grasp the ideas but may not be able to understand in the same depth. The individual background of the students will be taken into consideration in the oral exam.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> The students are able to understand, compare and analyse digital satellite communications system as well as navigation techniques. They are familiar with principal ideas of the respective communications, signal processing and positioning methods. They can describe distortions and resulting limitations caused by transmission channels and hardware components. They can describe how fundamental communications and navigation techniques are applied in selected practical systems.</p> <p>The students are familiar with the contents of lecture and tutorials. They can explain and apply them to new problems.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> The students are able to describe and analyse digital satellite communications systems and navigation systems. They are able to analyse transmission chains including link budget calculations. They are able to choose appropriate transmission technologies and system parameters for given scenarios.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> The students can jointly solve specific problems.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> The students are able to acquire relevant information from appropriate literature sources.</p>		
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 Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2711: Radio-Based Positioning and Navigation	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch, Dr. Ing. Rico Mendrzik
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Information extraction from communication signals <ul style="list-style-type: none"> ◦ Time-of-arrival principle <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ranging in additive white Gaussian noise (AWGN) channel ▪ Correlation-based range estimation ▪ Effect of multipath propagation on time-of-arrival principle ▪ Zero-forcing range estimation in the presence of multipath ▪ Optimum range estimation in the presence of multipath ▪ Zero-forcing in presence of noise ◦ Angle-of-arrival principle <ul style="list-style-type: none"> ▪ Angle-of-arrival estimation in AWGN channel ▪ Delay-and-sum estimator ▪ Multiple Signal Classifier (MUSIC) ▪ MUSIC-based angle-of-arrival estimation ▪ Case study: Comparison of estimators in AWGN channels ▪ Effect of multipath propagation on angle-of-arrival principle ▪ Case study: Comparison of estimators in multipath channels

- Information fusion of extracted signals
 - Distance-based positioning
 - Principle of time-of-arrival positioning
 - Geometric interpretation
 - Positioning in the absence of noise
 - Linearization of the positioning problem
 - Positioning in the presence of noise
 - Optimality criteria
 - Least squares time-of-arrival positioning
 - Maximum likelihood time-of-arrival positioning
 - Interactive Matlab demo
 - Excursion: gradient descent solvers for nonlinear programs
 - Real-life positioning with embedded development board (Arduino)
 - Linearized least squares time-of-arrival positioning
 - Effect of clock offsets on distance-based positioning
 - Time-difference-of-arrival principle
 - Least squares time-difference-of-arrival positioning
 - Clock offset mitigation via two-way ranging
 - Performance limits of distance-based positioning
 - Fisher information and the Cramér-Rao lower bound
 - Fisher information in the AWGN case
 - Multi-variate Fisher information
 - Cramér-Rao lower bound for synchronized time-of-arrival positioning
 - Case study: Synchronized time-of-arrival positioning
 - Cramér-Rao lower bound for unsynchronized time-of-arrival positioning
 - Case study: Unsynchronized time-of-arrival positioning
 - Angle-based Positioning
 - Angle-of-arrival positioning principle
 - Geometric interpretation angle-of-arrival positioning principle
 - Noise-free angle-of-arrival positioning with known orientation
 - Effect of noise on angle-of-arrival positioning
 - Least squares angle-of-arrival positioning with known orientation
 - Linear least squares angle-of-arrival positioning
 - Effect of orientation uncertainty
 - Angle-difference-of-arrival positioning
 - Geometric interpretation angle difference of arrival positioning
 - Proof of angle-difference-of-arrival locus
 - Inscribed angle lemma
 - Case study: Angle-difference-of-arrival-positioning
 - Performance limits of angle-based positioning
 - Cramér-Rao lower bound for angle-of-arrival positioning with known orientation
 - Case study: Angle-of-arrival positioning with known orientation
- Information Filtering
 - Bayesian filtering
 - Principle of Bayesian filtering
 - General Problem Formulation
 - Solution to the linear Gaussian case
 - State transition in the linear Gaussian case
 - Proof of predicted posterior distribution of the Kalman filter
 - State update in the linear Gaussian case
 - Proof of marginal posterior distribution of the Kalman filter
 - Working with Gaussian random variables
 - Proof: Affine transformation
 - Proof: Marginalization
 - Proof: Conditioning
 - Kalman filter: Optimum Inference in the linear Gaussian case
 - Modeling of process noise
 - Modeling of measurement noise
 - Case study: Kalman filtering in the linear Gaussian case
 - Interactive Kalman filtering in Matlab
 - Dealing with nonlinearities in Bayesian filtering
 - Nonlinear Gaussian case
 - Extended Kalman filter
 - Proof of predicted posterior distribution of the extended Kalman filter
 - Proof of marginal posterior distribution of the extended Kalman filter
 - Example: Nonlinear state transition
 - Case study: Extended Kalman filtering
 - Practical considerations for filter design
- Satellite Navigation
 - Overview from positioning perspective
 - Earth-centered earth-fixed (ECEF) coordinate system
 - World geodetic system (WGS)
 - Satellite navigation systems
 - System-receiver clock offsets and pseudo-ranges

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unsynchronized time-of-arrival positioning revisited ◦ GPS legacy signals and ranging <ul style="list-style-type: none"> ▪ Signal overview ▪ Time-of-arrival principle revisited ▪ Direct sequence spread spectrum principle ▪ Short and long codes ▪ Satellite signal generation ▪ Carriers and codes ▪ Correlation properties of codes ▪ Code division multiple access in flat fading channels ▪ Navigation message ◦ Velocity estimation ◦ Hands-on case study: Design of an extended Kalman filter for satellite navigation based on recorded data • Robust navigation <ul style="list-style-type: none"> ◦ Multipath-assisted positioning in millimeter wave multiple antenna systems ◦ Multi-sensor fusion
Literatur	

Lehrveranstaltung L2710: Satellite Communications	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to satellite communications <ul style="list-style-type: none"> ◦ What is a satellite ◦ Overview orbits, Van Allen Belt, components of a satellite ◦ Satellite services ◦ Frequency bands for satellite services ◦ International Telecommunications Union (ITU) ◦ Influence of atmospheric impairments ◦ Milestones in satellite communications • Components of a satellite communications system <ul style="list-style-type: none"> ◦ Ground segment ◦ Space segment ◦ Control segment • Communication links <ul style="list-style-type: none"> ◦ Uplink, downlink ◦ Forward link, reverse link ◦ Intersatellite links ◦ Multiple access ◦ Performance measures <ul style="list-style-type: none"> ▪ Effective isotropic radiated power (EIRP), antenna gain, figure of merit, G/T, carrier to noise ratio ▪ Signal to noise power ratio vs. carrier to noise ratio • Single beam and multibeam satellites <ul style="list-style-type: none"> ◦ Beam coverage ◦ Examples for beam coverage of LEO and GEO satellites (Iridium, Viasat) • Transparent vs. regenerative payload • Orbits <ul style="list-style-type: none"> ◦ Low earth orbit (LEO), medium earth orbit (MEO), geosynchronous and geostationary orbits (GEO), highly elliptical orbits (HEO) ◦ Favourable orbits: <ul style="list-style-type: none"> ▪ HEO orbits with 63-64° inclination, Molnya and Tundra orbits ▪ Circular LEO orbits ▪ Circular MEO Orbits (Intermediate Circular Orbits (ICO)) ▪ Equatorial orbits, geostationary orbit (GEO) ◦ Important aspects of LEO, MEO and GEO satellites • Kepler's laws of planetary motion • Gravitational force • Parameters of ellipses and elliptical orbits <ul style="list-style-type: none"> ◦ Major and minor half axis ◦ Foci ◦ Eccentricity ◦ Eccentric anomaly, mean anomaly, true anomaly ◦ Area ◦ Orbit period ◦ Perigee, apogee ◦ Distance of satellite from center of earth ◦ Construction of ellipses according to de La Hire ◦ Orbital plane in space, inclination, right ascension (longitude) of ascending node, Vernal equinox

- Newton's laws of motion
- Newton's universal law of gravitation

- Energy of satellites: Potential energy, kinetic energy, total energy
- Instantaneous speed of a satellite
- Kepler's equation
- Satellite visibility, elevation
- Required number of LEO, MEO or GEO satellites for continuous earth coverage
- Satellite altitude and distance from a point on earth

- Choice of orbits
 - LEO, HEO, GEO
 - Elliptical orbits with non-zero inclination, Molnya orbits, Tundra orbits
 - Geosynchronous orbits
 - Parameters of geosynchronous orbits
 - Circular geosynchronous orbits
 - Inclined geosynchronous orbits
 - Quasi-zenith satellite systems (QZSS)
 - Syb-synchronous circular equatorial orbits
 - Geostationary orbit
 - Parameters of the geostationary orbit
 - Visibility
 - Propagation delay
 - Applications and system examples

- Perturbations of orbits
 - Station keeping
 - Station keeping box
 - Estimation of orbit parameters

- Fundamentals of digital communications techniques
 - Components of a digital communications system
 - Principles of encryption
 - Scrambling
 - Scrambling vs. interleaving for randomization of data sequences
 - Interleaving: Block interleaver, convolutional interleaver, random interleaver
 - Digital modulation methods
 - Linear and non-linear digital modulation methods
 - Linear digital modulation methods
 - QAM modulator and demodulator
 - Pulse shaping, square-root raised-cosine pulses
 - Average power spectral density
 - Signal space constellation
 - Examples: M-ary phase shift keying (M-PSK), M-ary quadrature amplitude shift keying (M-QAM)
 - M-PSK in noisy channels
 - Bit error probabilities of M-PSK and M-QAM
 - M-PSK vs. M-QAM
 - M-ary amplitude and phase shift keying (M-APSK)
 - M-APSK vs. M-QAM
 - Differential phase shift keying (DPSK)

Error control coding (channel coding)

- Error detecting and forward error correcting (FEC) codes
- Principle of channel coding
- Data rate, code rate, Baud rate, spectral efficiency of modulation and coding schemes
- Bandwidth-power trade-off, bandwidth-limited vs. power-limited transmission
- Coding and modulation for transparent vs. regenerative payload
- Block codes and convolutional codes
- Concatenated codes
- Bit-interleaved coded modulation
- Convolutional codes
- Low density parity check (LDPC) codes, principle of message passing decoding, bit error rate performance
- Cyclic block codes
 - Examples for cyclic block codes
 - Single errors vs. block errors, cyclic block codes for burst errors
 - Generator matrix, generator polynomials
 - Systematic encoding and syndrome determination with shift registers
 - Cyclic redundancy check (CRC) codes

- Automatic repeat request (ARQ)
 - Principle of ARQ
 - Stop-and-wait ARQ
 - Go-back-N ARQ
 - Selective-repeat ARQ
- Transmission gains and losses

- Antenna gain
 - Antenna radiation pattern
 - Maximum antenna gain, 3dB beamwidth
 - Maximum antenna gain of circular aperture
 - Maximum antenna gain of a geostationary satellite with global coverage
- Effective isotropic radiated power (EIRP)
- Power flux density
- Path loss
 - Free space loss, free space loss for geostationary satellites
 - Atmospheric loss
 - Received power
- Losses in transmit and receive equipment
 - Feeder loss
 - Depointing loss
 - Polarization mismatch loss
- Combined effect of losses
- Noise
 - Origins of noise
 - White noise
 - Noise power spectral density and noise power
 - Additive white Gaussian noise (AWGN) channel model
 - Antenna noise temperature
 - Earth brightness temperature
 - Signal to noise ratios
- Atmospheric distortions
 - Atmosphere of the earth: Troposphere, stratosphere, mesosphere, thermosphere, exosphere
 - Attenuation and depolarization due to rain, fog, rain and ice clouds, sandstorms
 - Scintillation
 - Faraday effect
 - Multipath contributions
- Link budget calculations
 - GEO clear sky uplink and downlink
 - GEO uplink and downlink under rain conditions
 - Transparent vs. regenerative payload
- Link availability improvement through site diversity and adaptive transmission
 - Transparent vs. regenerative payload
 - Non-linear amplifiers
 - Saleh model, Rapp model
 - Input and output back-off factor
 - Single carrier and multicarrier operation
 - Dimensioning of transmission parameters
 - Sources of noise: Thermal noise, interference, intermodulation products
 - Signal to noise ratio and bit error probability
 - Robustness against interference and non-linear channels
- Satellite networks
 - Satellite network reference architectures
 - Network topologies
 - Network connectivity
 - Types of network connectivity
 - On-board connectivity
 - Inter-satellite links
 - Broadcast networks
 - Satellite-based internet
- Satellite communications systems and standards examples
 - The role of standards in satellite communications
 - The Digital Video Broadcast Satellite Standard: DVB-S, DVB-S2, DVB-S2X
 - Satellites in 3GPP mobile communications networks
 - LEO megaconstellations: SpaceX Starlink, Kuiper, OneWeb
 - Space debris
 - The German Heinrich Hertz mission

Literatur

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	<p><i>Wissen</i> 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.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> 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.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><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.</p> <p><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.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht</p> <p>Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht</p> <p>Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht</p>		

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 M1686: Selected Aspects of Communication and Signal Processing			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Ausgewählte Aspekte der Kommunikation und Signalverarbeitung (L2674)		Vorlesung	3
Ausgewählte Aspekte der Kommunikation und Signalverarbeitung (L2675)		Gruppenübung	1
Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu		
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	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2674: Selected Aspects of Communication and Signal Processing	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2675: Selected Aspects of Communication and Signal Processing	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1598: Bildverarbeitung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Bildverarbeitung (L2443)	Vorlesung	2	4
Bildverarbeitung (L2444)	Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Tobias Knopp		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Signal und Systeme		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden kennen		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Visuelle Wahrnehmung • Mehrdimensionale Signalverarbeitung • Abtastung und Abtasttheorem • Filterung • Bildverbesserung • Kantendetektion • Mehrfachauflösende Verfahren: Gauss- und Laplace-Pyramide, Wavelets • Bildkompression • Segmentierung • Morphologische Bildverarbeitung 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
	<ul style="list-style-type: none"> • multidimensionale Bilddaten analysieren, bearbeiten, verbessern • einfache Kompressionsalgorithmen implementieren • eigene Filter für konkrete Anwendungen entwerfen 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können in sowohl selbstständig als auch in Teams an komplexen Problemen arbeiten. Sie können sich untereinander austauschen und ihre individuellen Stärken zur Lösung des Problems einbringen.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage ein komplexes Problem eigenständig zu untersuchen und einzuschätzen, welche Kompetenzen zur Lösung des Problems benötigt werden.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: 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 Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2443: Bildverarbeitung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Visuelle Wahrnehmung • Mehrdimensionale Signalverarbeitung • Abtastung und Abtasttheorem • Filterung • Bildverbesserung • Kantendetektion • Mehrfachauflösende Verfahren: Gauss- und Laplace-Pyramide, Wavelets • Bildkompression • Segmentierung • Morphologische Bildverarbeitung
Literatur	Bredies/Lorenz, Mathematische Bildverarbeitung, Vieweg, 2011 Pratt, Digital Image Processing, Wiley, 2001 Bernd Jähne: Digitale Bildverarbeitung - Springer, Berlin 2005

Lehrveranstaltung L2444: Bildverarbeitung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE/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><i>Wissen</i> 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> <p>The students are familiar with the contents of lecture and tutorials. They can explain and apply them to new problems.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> 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	<p><i>Sozialkompetenz</i> The students can jointly solve specific problems.</p> <p><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.</p>		
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</p> <p>Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht</p> <p>Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht</p> <p>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht</p> <p>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht</p>		

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 M1249: Medizinische Bildgebung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Medizinische Bildgebung (L1694)		Vorlesung	2
Medizinische Bildgebung (L1695)		Gruppenübung	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><i>Wissen</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Rekonstruktionsverfahren für verschiedene tomographische Bildgebungsmodalitäten wie die Computertomographie und die Magnetresonanztomographie zu beschreiben. Sie kennen die nötigen Grundlagen aus den Bereichen der Signalverarbeitung und der inversen Probleme und kennen sowohl analytische als auch iterative Bildrekonstruktionsmethoden. Die Studierenden verfügen über vertiefende Kenntnisse über die Bildgebungsoperatoren der Computertomographie und die Magnetresonanztomographie.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> 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. Zudem können die Studierenden die zeitliche Komplexität von Bildgebungsalgorithmen abschätzen.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können in sowohl selbstständig als auch in Teams an komplexen Problemen arbeiten. Sie können sich untereinander austauschen und ihre individuellen Stärken zur Lösung des Problems einbringen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage ein komplexes Problem eigenständig zu untersuchen und einzuschätzen, welche Kompetenzen zur Lösung des Problems benötigt werden.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Interdisciplinary Mathematics: Vertiefung III. Computational Methods in Biomedical Imaging: Pflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1694: Medizinische Bildgebung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Überblick über bekannte Bildgebungsverfahren • Signalverarbeitung • Inverse Probleme • Computertomographie • Magnetresonanztomographie • Compressed Sensing • Magnetic-Particle-Imaging
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/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1743: COSIMA (Competition in Microsystem Application)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	COSIMA (Competition in Microsystem Application) (L3094)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	5
		LP	6
Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Knowledge of microsystems operation and application.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Consolidation of knowledge in the application of microsystems with practical relevance. Learning how an idea could turn into a product.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Realization of a concrete system by integrating hardware components and, under certain circumstances, software into a demonstrator. Development of a business plan for the innovative product. Convincing companies to sponsor the project. Presentation of the project in the form of an exposé.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Students work in groups of 3 to 4 participants each to implement their project idea. The division of tasks takes place within the group, taking into account the complementary skills of the members.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> The groups work on the project independently from the idea to the implementation. Supervision is provided through joint analysis of the problems and advice to the students.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht		
Lehrveranstaltung L3094: COSIMA (Competition in Microsystem Application)			
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung		
SWS	5		
LP	6		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu, Dozenten des Studiengangs		
Sprachen	EN		
Zeitraum	WiSe/SoSe		
Inhalt			
Literatur			

Fachmodule der Vertiefung Embedded Systems

Modul M0791: Rechnerarchitektur			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Rechnerarchitektur (L0793)	Vorlesung	2	3
Rechnerarchitektur (L0794)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Rechnerarchitektur (L1864)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul "Technische Informatik"		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> In diesem Modul werden fortgeschrittene Konzepte der Rechnerarchitektur vorgestellt. Am Anfang steht ein breiter Überblick über mögliche Programmiermodelle, wie sie für Universalrechner aber auch für spezielle Maschinen (z.B. Signalprozessoren) entwickelt wurden. Anschließend werden prinzipielle Aspekte der Mikroarchitektur von Prozessoren behandelt. Der Schwerpunkt liegt hierbei insbesondere auf dem sogenannten Pipelining und den in diesem Zusammenhang angewandten Methoden zur Beschleunigung der Befehlsausführung. Die Studierenden lernen Mechanismen zum dynamischen Scheduling, zur Sprungvorhersage, zu superskalaren Architekturen und zu Speicher-Hierarchien kennen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, den Aufbau eines Prozessors zu erklären. Sie kennen die verschiedenen Architekturprinzipien und Programmiermodelle. Die Studierenden untersuchen verschiedene Strukturen von Pipeline-Architekturen und sind in der Lage, deren Konzepte zu erklären und im Hinblick auf Kriterien wie Performance und Energieeffizienz zu analysieren. Sie bewerten unterschiedliche Speicherarchitekturen, kennen parallele Rechnerarchitekturen und können zwischen Befehls- und Datenparallelität unterscheiden.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><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.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbstständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Nein	Bonus 15 %	Art der Studienleistung Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Min., Vorlesungsstoff + 4 Testate zur PBL "Rechnerarchitektur"		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0793: Rechnerarchitektur	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Grundlagen von VHDL • Programmiermodelle • Realisierung elementarer Datentypen • Dynamisches Scheduling • Sprungvorhersage • Superskalare Maschinen • Speicher-Hierarchien <p>Die Gruppenübungen vertiefen die Vorlesungsinhalte durch Bearbeiten und Besprechen von Übungsblättern und dienen somit zur Klausur-Vorbereitung. Der praktische Umgang mit Fragestellungen aus der Rechnerarchitektur wird in der FPGA-basierten PBL zur Rechnerarchitektur vermittelt, deren Teilnahme verpflichtend ist.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • D. Patterson, J. Hennessy. Rechnerorganisation und -entwurf. Elsevier, 2005. • A. Tanenbaum, J. Goodman. Computerarchitektur. Pearson, 2001.

Lehrveranstaltung L0794: Rechnerarchitektur	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1864: Rechnerarchitektur	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1749: Energieeffizienz in eingebetteten Systemen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Energieeffizienz in eingebetteten Systemen (L2870)	Vorlesung	2	3
Energieeffizienz in eingebetteten Systemen (L2872)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Energieeffizienz in eingebetteten Systemen (L2871)	Hörsaalübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Ulf Kulau		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Technische Informatik (notwendig) • Programmierkenntnisse in C (notwendig) • Rechnerarchitekturen (empfohlen) 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Motivation: Auf dem Gebiet der Informatik haben wir nur eingeschränkte Möglichkeiten auf die Effizienz der Hardware direkt einzuwirken, bzw. sind abhängig von den Herstellern (bspw. von Mikrocontrollern). Um jedoch das volle Potential der uns gestellten Hardware auf Systemebene auszunutzen, benötigen wir ein tiefergehendes Verständnis über die Hintergründe, Prozesse und Mechanismen von Verlustleistungen in eingebetteten Systemen. Woher kommt die Verlustleistung, was passiert auf Hardware-Ebene, welche Mechanismen kann ich direkt/indirekt nutzen, welchen Tradeoff zwischen Flexibilität und Effizienz habe ich,... sind nur einige Fragen, welche in dieser Veranstaltung erarbeitet und diskutiert werden sollen.</p> <p>Lehrinhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motivation und Verlustleistung von Halbleitern • Verlustleistung digitaler Schaltungen, insbesondere CMOS • Power Management in Hard- und Software (Sleep Modes, DVS, FS, Undervolting) • Energieeffizientes Systemdesign (Anwendungen) • Energy Harvesting und Transiently Powered Computing (TPC) 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Nach Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein tiefergehendes Verständnis von Hard- und Software-Mechanismen zur Bewertung und Entwicklung energieeffizienter eingebetteter Systeme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sie besitzen ein tieferes Verständnis für die elektrotechnischen Grundlagen der Verlustleistung digitaler Systeme • Sie können die Verlustleistung von Systemen auf jeder Ebene analysieren und geeignete Methoden zur Erhöhung der Effizienz anwenden • Sie können eine Vielfalt von Standardtechniken anwenden, um „Energy-Efficiency by Design“ zu erreichen. • Sie können Energie-autonome modellieren, bewerten und implementieren. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Als Teil des Moduls sollen in Kleingruppen erlernte Konzepte auf einer Hardwareplattform umgesetzt werden. Studierende lernen dabei im Team zu agieren und gemeinsam Lösungen zu erarbeiten. Spezifische Aufgaben werden innerhalb der Gruppe bearbeitet, wobei auch eine Gruppen-übergreifende Zusammenarbeit (Austausch) stattfindet. Als zweiter Teil erfolgt ein Challenge-Based Project, bei dem die Gruppen in einem gesunden Wettbewerb zueinander möglichst energieeffiziente Lösungen finden. Dies stärkt den Zusammenhalt in den Gruppen und stärkt die gegenseitige Motivation, Unterstützung und Kreativität.</p>		
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Nach Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage aus dem erlernten Wissen und weiterführender Fachliteratur selbstständig Lösungen für eingebettete Systeme zu entwickeln, zu optimieren und zu bewerten.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	25 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht</p>		

Lehrveranstaltung L2870: Energieeffizienz in eingebetteten Systemen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Ulf Kulau
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Motivation:</p> <p>Auf dem Gebiet der Informatik haben wir nur eingeschränkte Möglichkeiten auf die Effizienz der Hardware direkt einzuwirken, bzw. sind abhängig von den Herstellern (bspw. von Mikrocontrollern). Um jedoch das volle Potential der uns gestellten Hardware auf Systemebene auszunutzen, benötigen wir ein tiefergehendes Verständnis über die Hintergründe, Prozesse und Mechanismen von Verlustleistungen in eingebetteten Systemen. Woher kommt die Verlustleistung, was passiert auf Hardware-Ebene, welche Mechanismen kann ich direkt/indirekt nutzen, welchen Tradeoff zwischen Flexibilität und Effizienz habe ich,... sind nur einige Fragen, welche in dieser Veranstaltung erarbeitet und diskutiert werden sollen.</p> <p>Lehrinhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motivation und Verlustleistung von Halbleitern • Verlustleistung digitaler Schaltungen, insbesondere CMOS • Power Management in Hard- und Software (Sleep Modes, DVS, FS, Undervolting) • Energieeffizientes Systemdesign (Anwendungen) • Energy Harvesting und Transiently Powered Computing (TPC)
Literatur	<p>DE: Die Vorlesung basiert auf einer Vielzahl von Quellen, welche in [1.] angegeben sind.</p> <p>ENG: The lecture is based on multiple sources which are listed in [1.].</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kulau, Ulf: Course: Energy Efficiency in Embedded Systems-A System-Level Perspective for Computer Scientists, EWME, 2018. 2. Harris, David, and N. Weste: CMOS VLSI Design ed., Pearson Education, 2010 3. Rabaey, Jan: Low Power Design Essentials (Integrated Circuits and Systems), Springer, 2009

Lehrveranstaltung L2872: Energieeffizienz in eingebetteten Systemen	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Ulf Kulau
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>In dieser projektbasierten Übung werden die erlernten Aspekte zur Erreichung von energieeffizienten eingebetteten Systemen in praxisnahen Umgebungen in einem kleinen Projekt implementiert und gefestigt. Dabei wird zunächst durch definierte Aufgaben ein Tool-Set für die Implementierung von Energieeffizienzmechanismen in gemeinsamen Übungen implementiert. Im zweiten Teil erfolgt eine Challenge-Based Übung, bei der ein möglichst effizientes System eigenständig implementiert werden soll. Zur Anwendung kommt ein System basierend auf einem AVR Mikro-Controller, welcher durch einen Solar-Energy Harvester autonom betrieben werden kann.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aufgabenphase: 6 "hands-on" Aufgaben um Erfahrungen zu sammeln und eine SW Bibliothek zu erstellen 2. Projektphase: Implementierung eines Energieautonomen Systems mit dem Ziel größtmögliche Energieeffizienz (Challenge)
Literatur	

Lehrveranstaltung L2871: Energieeffizienz in eingebetteten Systemen	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Ulf Kulau
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>In der Hörsaalübung werden die in der Vorlesung gelehrteten theoretischen Grundlagen vertieft. Dies geschieht durch vertiefende Diskussion relevanter Aspekte, aber auch durch Rechenbeispiele, bei denen ein tiefergehendes Verständnis zu der Thematik der Energieeffizienz in eingebetteten Systemen erlangt wird. Übungsaufgaben werden im Vorfeld verteilt und Lösungen in der Hörsaalübung vorgestellt. Inhalte der Übung sind wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen und Berechnung von Verlustleistung auf Halbleitern • Verlustleistung von CMOS am Beispiel eines Inverters • Einfluss des Aktivitätsfaktors und externer Komponenten • DVS und Scheduling • Evaluation zur Darstellung des Nutzen von Undervolting • Aspekte des Energy-Harvesting (MPPT)
Literatur	

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 praktische Erfahrung in der Programmiersprache C • Grundkenntnisse in Softwaretechnik • Prinzipielles Verständnis von Assembler Sprachen 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> 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)</p> <p><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.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 10 %	Testate	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

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 M1400: Entwurf von Dependable Systems			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Entwurf von Dependable Systems (L2000)		Vorlesung	2 3
Entwurf von Dependable Systems (L2001)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Görschwin Fey		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse zu Datenstrukturen und Algorithmen		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Im Folgenden wird "Dependable" als Zusammenfassung von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Wartbarkeit, Sicherheit (Safety & Security) verwendet.</p> <p>Kenntnis von Ansätzen zum Entwurf von Dependable Systems, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturelle Lösungen wie z.B. Modular Redundancy • Algorithmische Lösungen wie z.B. Behandlung Byzantinischer Fehler, Checkpointing, etc. <p>Kenntnis von Methoden zur Analyse der Dependability von Systemen</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Fähigkeit zum Entwurf von Dependable Systems durch Implementierung der obigen Ansätze.</p> <p>Fähigkeit zur Analyse der Dependability von Systemen durch Anwendung der obigen Analysemethoden.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die jeweiligen Konzepte diskutieren und erläutern sowie • die Lösungen mündlich darstellen. <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Studierende erlernen mittels Zusatzmaterial selbständig vertiefende Zusammenhänge der Konzepte aus der Vorlesung und erweiterte Lösungsverfahren.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja Keiner	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung	Die Lösung einer Aufgabe ist Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung. Die Aufgabe wird in Vorlesung und Übung definiert.
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2000: Entwurf von Dependable Systems	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Görschwin Fey
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Beschreibung</p> <p>Der Begriff „Dependability“ umfasst verschiedene Aspekte eines Systems. Dies sind typischer Weise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zuverlässigkeit • Verfügbarkeit • Wartbarkeit • Sicherheit - Safety & Security <p>Damit ist Dependability ein zentraler Aspekt, der früh im Systementwurf betrachtet werden muss. Dies gilt für Software, Eingebette Systeme wie auch umfassende Cyber-Physical Systems.</p> <p>Inhalt</p> <p>Das Modul führt grundlegende Konzept zum Entwurf und zur Analyse von Dependable Systems ein. Entwurfsbeispiele dienen dazu, eigene praktische Erfahrung zu sammeln. Ein Schwerpunkt des Moduls liegt im Bereich eingebetteter Systeme. Folgende Gebiete werden betrachtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung • Fehlertoleranz • Entwurfskonzepte • Analyse von Systemen
Literatur	

Lehrveranstaltung L2001: Entwurf von Dependable Systems	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Görschwin Fey
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M172: Smart Sensors			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Smart Sensors (L2904)		Vorlesung	2
Smart Sensors Lab (L2905)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3 4
Modulverantwortlicher	Prof. Ulf Kulau		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Eingebettete Systeme Technische Informatik 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	Forschungsschwerpunkte des Fachbereichs „Smart Sensors“ <ul style="list-style-type: none"> Sensors and Sensor Applications Signal Processing Real-time data processing Energy-efficient processing Fault tolerance and embedded fault diagnosis Integration aktueller Forschung in der Kurs 		
Fertigkeiten Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>	Veranstaltungen: <ul style="list-style-type: none"> Vorlesung (wöchentlich) zur Vermittlung theoretischer Inhalte Begleitende Praktische Übung (Implementierung eines Sensorsystems mit integrierter Signalverarbeitung) 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	25 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2904: Smart Sensors	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Ulf Kulau
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> Physikalische Messgrößen und Sensorik Processing Units (MCUs, FPGAs, DSPs, HW-Accelerator) Low-Power Processing, Fehlertoleranzmechanismen (in Bezug auf Sensoren) Integrierte digitale Signalverarbeitung (Aggregation, Filter, Vorverarbeitung, Feature Detection) Erweiterte integrierte Signalverarbeitung (Sensor Fusion, embedded AI) Anwendungen und Trends in Smart Sensors
Literatur	

Lehrveranstaltung L2905: Smart Sensors Lab	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Ulf Kulau
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Kennenlernen einer ULP FPGA Plattform und anschließende... Begleitende Praktische Übung (Implementierung eines Sensorsystems mit integrierter Signalverarbeitung) Freie Aufgabe
Literatur	

Modul M0803: Embedded Systems			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Eingebettete Systeme (L0805)		Vorlesung	3 3
Eingebettete Systeme (L2938)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1 1
Eingebettete Systeme (L0806)		Gruppenübung	1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Computer Engineering		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Embedded systems can be defined as information processing systems embedded into enclosing products. This course teaches the foundations of such systems. In particular, it deals with an introduction into these systems (notions, common characteristics) and their specification languages (models of computation, hierarchical automata, specification of distributed systems, task graphs, specification of real-time applications, translations between different models).</p> <p>Another part covers the hardware of embedded systems: Sensors, A/D and D/A converters, real-time capable communication hardware, embedded processors, memories, energy dissipation, reconfigurable logic and actuators. The course also features an introduction into real-time operating systems, middleware and real-time scheduling. Finally, the implementation of embedded systems using hardware/software co-design (hardware/software partitioning, high-level transformations of specifications, energy-efficient realizations, compilers for embedded processors) is covered.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> After having attended the course, students shall be able to realize simple embedded systems. The students shall realize which relevant parts of technological competences to use in order to obtain a functional embedded systems. In particular, they shall be able to compare different models of computations and feasible techniques for system-level design. They shall be able to judge in which areas of embedded system design specific risks exist.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students are able to solve similar problems alone or in a group and to present the results accordingly.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to acquire new knowledge from specific literature and to associate this knowledge with other classes.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Ja	10 %	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten, Inhalte der Vorlesung und Übungen		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Pflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0805: Embedded Systems	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction • Specifications and Modeling • Embedded/Cyber-Physical Systems Hardware • System Software • Evaluation and Validation • Mapping of Applications to Execution Platforms • Optimization
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Peter Marwedel. Embedded System Design - Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems. 2nd Edition, Springer, 2012., Springer, 2012.

Lehrveranstaltung L2938: Embedded Systems	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction • Specifications and Modeling • Embedded/Cyber-Physical Systems Hardware • System Software • Evaluation and Validation • Mapping of Applications to Execution Platforms • Optimization
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Peter Marwedel. Embedded System Design - Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems. 2nd Edition, Springer, 2012., Springer, 2012.

Lehrveranstaltung L0806: Embedded Systems	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1771: Research Based Learning - Smart Sensing Applications			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Research Based Learning - Smart Sensing Applications (L2903)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	4
		LP	6
Modulverantwortlicher	Prof. Ulf Kulau		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Eingebette Systeme Smart Sensors Technische Informatik 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Einbindung von Studierenden in reales Forschungsthema Themen können sich je nach Aktualität ändern. Als ein Thema bietet sich BCG: Es ist relevant, aktuell und interdisziplinär Interdisziplinäre Anknüpfungspunkte schaffen / Kolloquium mit Projektbezogenen, jedoch auch Fachfremden Instituten/Universitäten Datensätze generieren oder bereitstellen Methoden finden ableiten entwickeln für integrierte Signalverarbeitung für den jeweiligen Projektbezug Softskills im Bereich Kommunikation & Interdisziplinaritäten (Sprache des anderen verstehen lernen) <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, wissenschaftliche Prozesse besser zu verstehen und aktiv zu begleiten. Dabei ist die Einbindung in ein reales Forschungsprojekt (Thema je nach Aktualität) eine hohe Motivation und wird vorgegeben. Studierende erhalten ein generelles Verständnis über das jeweilige Forschungsprojekt, iundem Grundlagen und Hintergründe vermittelt werden. Um in dem gesteckten Rahmen eigene Forschungsbeiträge liefern zu können, werden Methoden zur wissenschaftlichen Praxis vermittelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> Grundlagenvermittlung (Interdisziplinär, Smart Sensors / andere Fachbereiche) Versuchsplanung / Hypothesen (Rahmen ist vorgegeben -> Methodik soll gelehrt werden) Versuchsdurchführung (Durchführung Experiment / Generierung von Messdaten) Wissenschaftliche Auswertung der Daten Vorstellung der Ergebnisse Diskussion weiterer Verwertung (ggf. Publikation) <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Arbeit erfolgt in Gruppen und es ist eine enge Zusammenarbeit und Abstimmung innerhalb der einzelnen Teams erforderlich. Durch die Schnittstelle „Sensoren“ ist es möglich, Themen mit einem starken interdisziplinären Anteil auszuwählen. Das gegenseitige Verstehen (gemeinsame Sprache finden) wird hierdurch erlernt. Da reale wissenschaftliche Fragestellungen untersucht werden sollen, erlangen die Studierenden die Fähigkeit diszipliniert, sachlich und kritisch gute wissenschaftliche Praxis umzusetzen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, selbständig wissenschaftliche Prozesse zu planen und durchzuführen. In der Gruppenarbeit sollen Organisation, Ideenfindung, Herleitung von Hypothesen und Denkprozesse selbständig moderiert und durchgeführt werden.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	Paper über die Erzielten Ergebnisse		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2903: Research Based Learning - Smart Sensing Applications	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Ulf Kulau
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

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 Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0698: Digital Circuit Design	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Volkhard 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 M1687: Selected Aspects of Embedded Systems			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Ausgewählte Aspekte Eingebetteter Systeme (L2676)	Vorlesung	3	4
Ausgewählte Aspekte Eingebetteter Systeme (L2677)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu		
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	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2676: Selected Aspects of Embedded Systems	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2677: Selected Aspects of Embedded Systems	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0910: Fortgeschrittener Entwurf von Chip-Systemen (Praktikum)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Fortgeschrittener Entwurf von Chip-Systemen (L1061)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	3
		LP	6
Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Erfolgreiche Teilnahme am praktischen FPGA-Labor des Moduls "Rechnerarchitektur" ist zwingende Voraussetzung.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>In diesem Modul werden fortgeschrittene Konzepte der Rechnerarchitektur praxisorientiert vermittelt. Mit Hilfe der Hardware-Beschreibungssprache VHDL und rekonfigurierbarer FPGA-Hardware lernen Studierende, wie komplexe Rechensysteme (sog. Systems-on-Chip, SoCs), wie sie insbesondere im Bereich der eingebetteten Systeme anzutreffen sind, in Hardware zu entwerfen sind.</p> <p>Ausgehend von einer einfachen Prozessor-Architektur lernen Studierende, die Verarbeitung von Befehlen durch eine Maschine nach dem Pipelining-Prinzip zu realisieren. Sie implementieren verschiedene Formen Cache-basierter Speicher-Hierarchien, untersuchen Ansätze zum dynamischen Scheduling von Maschinenbefehlen und zur Sprungvorhersage, und konstruieren letztlich ein komplexes MPSoC-System (multi-processor system-on-chip), das aus mehreren Kernen besteht, die über einen gemeinsamen Bus verbunden sind.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden können analysieren, wie hochspezifische und individuelle Rechner aus einer Sammlung gängiger Einzelkomponenten zusammengesetzt werden. Sie sind in der Lage, die Wechselwirkungen zwischen einem physischen Rechensystem und der darauf ausgeführten Software beurteilen zu können. Sie sollen so in die Lage versetzt werden, Auswirkungen hardwarenaher Entwurfsentscheidungen auf die Leistung des Gesamtsystems abzuschätzen, zu beurteilen und geeignete Optionen vorzuschlagen.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>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.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbstständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen in konkrete Implementierungen komplexer Hardware-Strukturen zu überführen und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	VHDL-Code und FPGA-basierte Implementierungen		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1061: Fortgeschrittener Entwurf von Chip-Systemen	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in grundlegende Technologien (FPGAs, MIPS Einzelzyklus-Maschine) • Fließband-Befehlsverarbeitung • Cache-basierte Speicher-Hierarchien • Busse und Bus-Arbitrierung • Multi-Prozessor Chip-Systeme • Optional: Fortgeschrittene Fließband-Konzepte (Dynamisches Scheduling, Sprungvorhersage)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • D. Patterson, J. Hennessy. Rechnerorganisation und -entwurf. Elsevier, 2005. • A. Tanenbaum, J. Goodman. Computerarchitektur. Pearson, 2001. • A. Clements. The Principles of Computer Hardware. 3. Auflage, Oxford University Press, 2000.

Modul M1743: COSIMA (Competition in Microsystem Application)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	COSIMA (Competition in Microsystem Application) (L3094)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	5
		LP	6
Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Knowledge of microsystems operation and application.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Consolidation of knowledge in the application of microsystems with practical relevance. Learning how an idea could turn into a product.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Realization of a concrete system by integrating hardware components and, under certain circumstances, software into a demonstrator. Development of a business plan for the innovative product. Convincing companies to sponsor the project. Presentation of the project in the form of an exposé.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Students work in groups of 3 to 4 participants each to implement their project idea. The division of tasks takes place within the group, taking into account the complementary skills of the members.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> The groups work on the project independently from the idea to the implementation. Supervision is provided through joint analysis of the problems and advice to the students.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht		
Lehrveranstaltung L3094: COSIMA (Competition in Microsystem Application)			
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung		
SWS	5		
LP	6		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu, Dozenten des Studiengangs		
Sprachen	EN		
Zeitraum	WiSe/SoSe		
Inhalt			
Literatur			

Fachmodule der Vertiefung Microelectronics Complements

In der Vertiefungsrichtung Microelectronics Complements erweitern die Studierenden ihr Wissen in Richtung spezieller Anwendungsfelder, wie zum Beispiel die Anwendung von Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik in der Medizintechnik, die Verarbeitung digitaler Signale, dem Entwurf und Design von hochkomplexen integrierten Systemen oder von Netzen für optische Nachrichtenübertragung. Sie verfestigen so ihr theoretisches Wissen durch die Analyse von praktischen Anwendungsbeispielen und verknüpfen es mit den Anforderungen, die technische Realisierungen stellen.

Alle Studierende müssen aus dieser Vertiefungsrichtung Lehrveranstaltungen mit einem Umfang von insgesamt 18 Leistungspunkten belegen.

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 Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0698: Digital Circuit Design	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Volkhard 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 M1611: Silicon Photonics			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Silizium Photonik (L2408)		Vorlesung	2
Silizium Photonik (L2418)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2
Modulverantwortlicher	Dr. Timo Lipka		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basics in physics, optics, microsystem and semiconductor technology		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> The students know the fundamentals of silicon photonics and about the most important and commonly used materials and fabrication techniques.</p> <p>Students are able</p> <ul style="list-style-type: none"> to explain the basic principles of silicon photonics technology and to discuss theoretical and practical aspects to describe photonic circuit devices and their working principle to describe the manufacturing of silicon photonic devices and to discuss in details the relevant fabrication processes, process flows and the impact thereof on the fabrication of photonic integrated circuit components <p><i>Fertigkeiten</i> Students are capable to</p> <ul style="list-style-type: none"> analyze the feasibility of integrated photonic circuit components choose appropriate tools and methods to design them develop process flows for the fabrication <p>Personale Kompetenzen</p> <p><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.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> none</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2408: Silicon Photonics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Timo Lipka
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Introduction (historical view and trends in der Silicon Photonics) Fabrication Technology (SOI-Wafer, Deposition, Sputtering and Evaporation, Epitaxy, MOCVD, Lithography) Planar Waveguide Fundamentals Optical Materials in silicon Photonics Waveguide Types (Loss Mechanisms, Dispersion and Polarisation in Waveguides) Coupling of Silicon Photonic Devices and Systems Silicon Photonic Circuit Devices and Building Blocks (Passive Devices: Resonators, Interferometers, Mode Converters, Power Splitters, Gratings, Polarizers and Rotators) Material fundamentals and components for tuning and switching Integration of active Devices (Laser, Detector, Modulators) Photonics and Electronics Integration Photonic Interconnects Optical Multiplexing Switch Fabrics and Routers Silicon Photonics for Sensing
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> Graham T. Reed, Andrew Knights, Silicon Photonics - An Introduction, John Wiley & Sons Ltd (2004) Clifford R. Pollocka and Michal Lipson, Integrated Photonics, Springer-Verlag (2003) Sami Franssila, Introduction to microfabrication, Chichester, West Sussex Wiley (2010) Dominik G. Rabus, Integrated Ring Resonators: The Compendium, in Springer Series in Optical Sciences (2007)

Lehrveranstaltung L2418: Silicon Photonics	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Timo Lipka
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul 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			
<i>Wissen</i>	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.		
<i>Fertigkeiten</i>	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.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	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.		
<i>Selbstständigkeit</i>	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.		
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		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische 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 M0919: Laboratory: Digital Circuit Design			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Praktischer Schaltungsentwurf - Digital (L0694)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	2
		LP	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		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<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. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<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. 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<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. 		
<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 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 M0645: Fibre and Integrated Optics			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Faseroptik und Integrierte Optik (L0363)		Vorlesung	2
Faseroptik und Integrierte Optik (Übung) (L0365)		Gruppenübung	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			
<i>Wissen</i>	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.		
<i>Fertigkeiten</i>	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.		
Personale Kompetenzen			
<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.		
<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.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	4		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 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 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	Dr. Alexander Petrov		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basics in electrodynamics, calculus		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	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.		
<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.		
Personale Kompetenzen			
<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.		
<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.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	4		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 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	Dr. Alexander Petrov
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	Dr. Alexander Petrov
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics
Literatur	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics

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><i>Wissen</i> 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> <p><i>Fertigkeiten</i> 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	<p><i>Sozialkompetenz</i> 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> <p><i>Selbstständigkeit</i> 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 Powerintegrität der Aufbau- und Verbindungstechnik auf Englisch kommunizieren.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung
	Ja	Keiner	Referat
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	45 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht		

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 <i>Wissen</i>	<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 		
<i>Fertigkeiten</i>	<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 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<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. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<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 Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 5 %	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics 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

Modul M1688: Selected Aspects of Microelectronics and Microsystems			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Ausgewählte Aspekte der Mikroelektronik und Mikrosysteme (L2678)		Vorlesung	3
Ausgewählte Aspekte der Mikroelektronik und Mikrosysteme (L2679)		Gruppenübung	1
Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu		
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	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2678: Selected Aspects of Microelectronics and Microsystems	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2679: Selected Aspects of Microelectronics and Microsystems	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1589: Laboratory: Analog Circuit Design			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Praktischer Schaltungsentwurf - Analog (L0692)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	2
		LP	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		
Fachkompetenz	<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. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
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 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 M0644: Optoelectronics II - Quantum Optics			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Optoelektronik II: Quantenoptik (L0360)		Vorlesung	2
Optoelektronik II: Quantenoptik (Übung) (L0362)		Gruppenübung	1
Modulverantwortlicher	Dr. Alexander Petrov		
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			
<i>Wissen</i>	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.		
<i>Fertigkeiten</i>	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.		
Personale Kompetenzen			
<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.		
<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.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	4		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 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		

Lehrveranstaltung L0360: Optoelectronics II: Quantum Optics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Alexander Petrov
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	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

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

Modul M1743: COSIMA (Competition in Microsystem Application)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	COSIMA (Competition in Microsystem Application) (L3094)	Typ	SWS LP
		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	5 6
Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Knowledge of microsystems operation and application.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Consolidation of knowledge in the application of microsystems with practical relevance. Learning how an idea could turn into a product.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Realization of a concrete system by integrating hardware components and, under certain circumstances, software into a demonstrator. Development of a business plan for the innovative product. Convincing companies to sponsor the project. Presentation of the project in the form of an exposé.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students work in groups of 3 to 4 participants each to implement their project idea. The division of tasks takes place within the group, taking into account the complementary skills of the members.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> The groups work on the project independently from the idea to the implementation. Supervision is provided through joint analysis of the problems and advice to the students.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht		
Lehrveranstaltung L3094: COSIMA (Competition in Microsystem Application)			
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung		
SWS	5		
LP	6		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu, Dozenten des Studiengangs		
Sprachen	EN		
Zeitraum	WiSe/SoSe		
Inhalt			
Literatur			

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): <p>Es müssen mindestens 60 Leistungspunkte im Studiengang erworben worden sein. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss.</p>		
Empfohlene Vorkenntnisse	keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<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>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 <i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können <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. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig, <ul style="list-style-type: none"> ein eigenes Projekt in Arbeitspakete zu strukturieren und abzuarbeiten. 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	Bauingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht Elektrotechnik: 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 Interdisciplinary Mathematics: Abschlussarbeit: Pflicht International Production Management: Abschlussarbeit: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Abschlussarbeit: Pflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht		

Modulhandbuch M.Sc. "Microelectronics and Microsystems"

Materialwissenschaft: Abschlussarbeit: Pflicht
Mechanical Engineering and Management: Abschlussarbeit: Pflicht
Mechatronics: Abschlussarbeit: Pflicht
Mediziningenieurwesen: 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