



ese
embedded systems
engineering

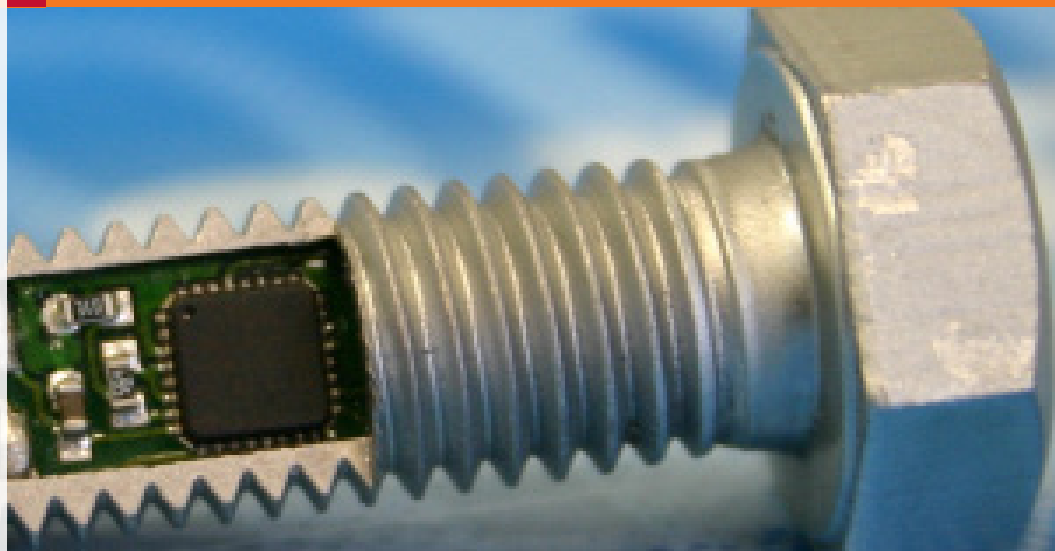
Modulhandbuch

Bachelor of Science (B.Sc.)
Embedded Systems Engineering

Prüfungsordnungsversion **2011**

Technische Fakultät
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

UNI
FREIBURG



Quelle: pro-micron



Stand: März 2013

Herausgegeben von:



Universität Freiburg
Fahnenbergplatz
79085 Freiburg
www.uni-freiburg.de



Universität Freiburg
Institut für Informatik
Georges-Köhler-Allee 106
79110 Freiburg
www.informatik.uni-freiburg.de



Universität Freiburg
Institut für Mikrosystemtechnik
Georges-Köhler-Allee 103
79110 Freiburg
www.imtek.uni-freiburg.de



Einleitung

Das vorliegende Modulhandbuch orientiert sich an dem aktuellen Stand der Prüfungsordnung für den Studiengang Bachelor of Science in der Version von 2011, fachspezifische Bestimmungen für das Hauptfach Embedded Systems Engineering. Diese Bestimmungen definieren die in den Modulen strukturierten Studieninhalte und den in Semestern und Bereichen strukturierten Studienplan.

In den Modulbeschreibungen werden die geforderten Studien- und Prüfungsleistungen mit Leistungspunkten, den so genannten ECTS-Punkten gemäß dem „European Credit Transfer and Accumulation System“, bewertet. Diese weisen durch ihre Höhe einerseits die Gewichtung einer Lehrveranstaltung in einem Modul sowie den mit der Veranstaltung verbundenen Arbeitsaufwand aus. Ein Leistungspunkt entspricht dabei einem Aufwand von ca. 30 Arbeitsstunden pro Semester für einen durchschnittlichen Studierenden. Pro Semester sollte ein Studierender ca. 30 ECTS-Punkte gesammelt haben.

Die Regelstudienzeit verläuft über sechs Semester. Insgesamt müssen im B.Sc. Studiengang Embedded Systems Engineering 160 ECTS-Punkte erworben werden. Auf den Bereich Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK) entfallen 20 ECTS-Punkte.

Auszug aus dem Studiengang-Profil (§1.2 der Prüfungsordnung): Der Bachelorstudiengang Embedded Systems Engineering vermittelt Kenntnisse in Technologien der Mikrosystemtechnik und Methoden der Informatik. Aufbauend auf den Grundlagen der Mathematik, der Physik, der Informatik und der Mikrosystemtechnik bietet der Studiengang die Möglichkeit individueller Schwerpunktsetzung in verschiedenen Bereichen, wie etwa Technik für die Entwicklung und Nutzung von Hard- und Software, algorithmische Methoden für die Signalaufbereitung, Sensor- und Aktornetze sowie deren Einbindung in übergeordnete Systeme.

Weitere Studiengangs- und Prüfungsvoraussetzungen erfahren Sie in der Lesefassung der Prüfungsordnung B.Sc. unter

<https://www.tf.uni-freiburg.de/studium/studiengaenge/bachelor/>



Struktur des Modulhandbuches

1. Bereiche

Die Module werden verschiedenen Bereichen des Bachelor-Studiums zugeordnet; es gibt Pflicht- und Wahlpflichtbereiche, den Bereich Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK) und die Abschlussarbeit.

2. Module

Ein Modul ist eine abgeschlossene Lehreinheit innerhalb eines Themenbereichs; ein Modul kann aus mehreren Teilmodulen bestehen. Module können durch eine oder mehrere Veranstaltungen alternativ belegt werden. Die Modulnote errechnet sich anteilhaft aus den in den Prüfungsleistungen des Moduls abgelegten Teilnoten.

3. Veranstaltungen

Eine Veranstaltung ist die kleinste Form der Lehre, die in diesem Handbuch beschrieben wird. Es gibt unterschiedlich zu absolvierende Veranstaltungsarten wie Vorlesungen, Übungen, Praktika, Seminare, etc.

4. Gliederung

Die Gliederung des Handbuches erfolgt nach der Sortierung

- Pflichtbereich
- Wahlpflichtbereich
- Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK)

Im Pflichtbereich werden alle pflichtmäßig zu absolvierenden Module und Veranstaltungen einschließlich der Bachelor-Arbeit beschrieben.

Im Wahlpflichtbereich kann der Student aus mehreren alternativen Modulen wählen, die er besuchen möchte. Bei der Belegung der Wahlpflichtveranstaltungen gelten folgende Bestimmungen:

Es müssen ab dem dritten Fachsemester insgesamt fünf Wahlpflichtmodule mit einem Umfang von insgesamt 30 ECTS-Punkten belegt werden. Das Lehrangebot für die Wahlpflichtmodule setzt sich aus Kurs- und Spezialvorlesungen der Informatik sowie weiterführenden Lehrveranstaltungen und Concentrations aus Bereichen der Mikrosystemtechnik zusammen. Beachten Sie die sich aus der Prüfungsordnung ergebenden weitergehenden Bestimmungen zum Wahlpflichtbereich.

Im Bereich Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK) sollen übergeordnete Schlüsselkenntnisse erworben werden, der Bereich ist getrennt in integrative BOK (12 ECTS), die sich aus Zusatz-Lehrveranstaltungen der Technischen Fakultät zusammensetzen, sowie additive BOK (8 ECTS), die am Zentrum für Schlüsselqualifikationen absolviert werden. Ein Katalog, in dem die angebotenen Kurse detailliert beschrieben werden, erscheint jedes Semester neu unter <http://www.zfs.uni-freiburg.de/bok-veranstaltungen>



Studienverlaufspläne

Studienverlaufspläne bezeichnen einen exemplarischen Aufbau des Studienganges, sortiert nach Semestern oder Fachbereichen. Über Studienverlaufspläne erhalten die Studierenden einen guten Gesamtüberblick über ihr Studium und können die Organisation daran anpassen.

Verlaufsplan, gegliedert nach Semestern:

Sem	Module/Teilmodule	Modul	Pflicht Wahl	Stunden V Ü S P	ECTS	total
Semester 1						28
1	Experimentalphysik I	Experimentalphysik	P	4 2 0 0	8	
1	Mathematik I	Mathematik	P	4 2 0 0	8	
1	System Design Projekt	-	P	0 0 0 2	4	
1	Technische Informatik	-	P	4 2 0 0	8	
Semester 2						31
2	Einführung in die Elektrotechnik	Elektrotechnik	P	4 1 0 2	9	
2	Einführung in die Informatik	Info Grundlagen 1	P	2 2 0 0	6	
2	Experimentalphysik II	Physik	P	4 2 0 0	8	
2	Mathematik II	Mathematik	P	3 1 0 0	8	
Semester 3						30
3	Algorithmen und Datenstrukturen	Info Grundlagen 2	P	2 1 0 0	4	
3	Differentialgleichungen	-	P	2 2 0 0	4	
3	Systeme I: Betriebssysteme	Info Grundlagen 1	P	2 1 0 0	4	
3	Proseminar Informatik	Info Grundlagen 2	P	0 0 2 0	3	
3	Einführung in Embedded Systems	ESE Grundlagen	P	3 1 0 0	6	
3	MST Bauelemente/Sensorik/Aktorik	Elektrotechnik	P	2 0 0 0	3	
3	ESE-Wahlmodul*	-	W	x x x x	6	
Semester 4						33
4	ESE-Praktikum Hardware/Softwarepraktikum	ESE Grundlagen	P	0 0 0 4	6	
4	Messtechnik	-	P	2 0 0 3	6	
4	Programmierkurs	-	P	0 0 2 0	4	
4	Werkstoffe und Mechanik	Konstruktion	P	3 1 0 0	6	
4	Systemtheorie & Regelungstechnik	-	P	3 1 0 0	5	
4	ESE-Wahlmodul*	-	W	x x x x	6	
Semester 5						29
5	Entwurf, Konstruktionsmechanik, Simulation	Konstruktion	P	2 2 0 0	6	
5	ESE-Projekt	-	P	1 0 0 2	5	
5	Integrierte Schaltungen	-	P	2 2 0 0	6	
5	ESE-Wahlmodul*	-	W	x x x x	6	
5	ESE-Wahlmodul*	-	W	x x x x	6	
Semester 6						29
6	Abschlusskolloquium	-	P	0 0 2 0	3	
6	Bachelorarbeit	-	P	x x x x	12	
6	ESE-Wahlmodul*	-	W	x x x x	6	
6	ZfS-Kurs	-	P	x x x x	4	
6	ZfS-Kurs	-	P	x x x x	4	

V= Vorlesung
 Ü= Übung
 S= Seminar
 P= Praktikum



* Wahlbereich ESE - BEDINGUNGEN:

Im Wahlpflichtbereich müssen:

- ➡ die Kursvorlesung Softwaretechnik oder die Kursvorlesung Rechnerarchitektur sowie
- ➡ die Lehrveranstaltung Elektronik oder die Lehrveranstaltung Mikrosystemtechnik: Technologien und Prozesse belegt werden.
- ➡ Darüber hinaus ist entweder eine weitere Kursvorlesung der Informatik oder eine Spezialvorlesung der Informatik zu belegen.

Insgesamt können höchstens 12 ECTS-Punkte durch die Belegung von Spezialvorlesungen der Informatik abgedeckt werden. Die in den Wahlpflichtmodulen im Einzelnen belegbaren Lehrveranstaltungen sind im jeweils geltenden Modulhandbuch aufgeführt und näher beschrieben.



Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
Inhaltsverzeichnis	7
Pflichtbereich	8
Technische Informatik	9
Mathematik	11
Experimentalphysik	15
Elektrotechnik	19
Informatik Grundlagen I	23
Differentialgleichungen	27
Informatik Grundlagen II	28
ESE-Grundlagen	35
Messtechnik	39
Systemtheorie und Regelungstechnik	41
Konstruktion	43
Integrierte Schaltungen	47
Bachelor-Arbeit	49
Wahlpflichtbereich	50
Kursvorlesungen der Informatik	51
Spezialvorlesungen Informatik	62
Wahlpflichtveranstaltungen aus der Mikrosystemtechnik	63
Concentrations Mikrosystemtechnik/ Microsystems Engineering	78
Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK)	79
Integrative Berufsfeldorientierte Kompetenzen	80
ESE-Projekt	80
System Design Project	82
Abschlusskolloquium	84
Additive Berufsfeldorientierte Kompetenzen	85
BOK-Kurs I	85
BOK-Kurs II	86



Pflichtbereich

Modul / Module**Technische Informatik**

Fachbereich: <i>Department</i>	Informatik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Grundlagen der Informatik
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. B. Becker	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	keine		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	1	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	8
SWS: <i>Semester week hours</i>	4 V + 2 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	240 h/Semester (Vorlesung 60 h, Übung 30 h, Eigenarbeit 150 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden haben ein grundsätzliches Verständnis für den Aufbau und die Funktionsweise von Rechnern. Sie beherrschen Methoden zur Modellierung, Synthese und Optimierung digitaler Systeme. Die Studierenden kennen die Funktionsweise von Rechnerarithmetik, Speicherelementen und Bussystemen. Sie sind in der Lage einen kleinen Rechner anhand von einzelnen Komponenten selbst zu entwerfen sowie maschinennahe Programme zu entwerfen und zu analysieren.

Lehrinhalt / Content of teaching

In der Vorlesung wird der Aufbau und Entwurf von Rechnern von der Gatterebene bis zur Anwendungsebene behandelt. Nach einem einführenden Überblick über die Arbeitsweise von Rechnern (Geschichte, Rechner im Überblick, Modellierung, CPU, Speicher, Zusammenspiel, Zeichendarstellung, Zahldarstellung) liegt ein Schwerpunkt der Veranstaltung auf der Vermittlung der notwendigen Grundlagen zum Schaltkreisentwurf. Dazu gehören Boolesche Funktionen und Methoden ihrer Beschreibung, wie Entscheidungsdiagramme, Boolesche Ausdrücke, Schaltkreise. Elementare Methoden der Logiksynthese (z.B. Verfahren von Quine-McCluskey) werden eingeführt und erprobt. In einem weiteren Teil des Moduls widmen sich die Studierenden der Rechnerarithmetik. Ausgehend von verschiedenen Zahlendarstellungen werden Addierer, Multiplizierer und eine ALU entworfen und deren Komplexität abgeschätzt. Darüber hinaus werden Tristate-Treiber, speichernde Elemente und Busse eingeführt. Die Studierenden nutzen die erworbenen Kenntnisse zu Entwurf und Analyse eines kleinen Rechners (ausgehend von einzelnen Komponenten).

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Prüfung besteht aus einer zweistündigen Klausur. Prüfungskriterien stehen rechtzeitig auf der Webseite des anbietenden Lehrstuhls zur Verfügung.



Die Übungen werden in digitaler Form über das Übungsportal online abgegeben.

Literatur / Literature

- Becker, Bernd and Drechsler, Rolf and Molitor, Paul, „Technische Informatik - Eine Einführung“, Pearson Studium ISBN 3-8273-7092-2
- Tanenbaum, Andrew S, "Structured computer organization", Prentice Hall, 1990, ISBN 0-13-854662-2, Frei91: CC/0.0/6a
- Hennessy, John L. and Patterson, David A., "Computer organization and design: the hardware software interface", Morgan Kaufmann, 1998, ISBN 1-55860-428-6,1-55860-X, Frei91: CB/6.3/10a
- Keller, Jörg and Paul, Wolfgang J., "Hardware-Design: formaler Entwurf digitaler Schaltungen", Teubner, 1997, ISBN 3-8154-20652, Frei91: CB/6.3/8
- Hotz, Günther, „Einführung in die Informatik“, Teubner, 1990, ISBN 3-519-02246-X, Frei 34: I 300 (Physik), Frei49: Pl/2/6 (luG), Frei 129:Math K 10: 38 (PH)

Medienformen / Media types

Beamervortrag in der Vorlesung, Vortragsfolien und Übungsblätter werden auf der Internetseite der Veranstaltung bereitgestellt

**Modul / Module****Mathematik****Teilmodul/Veranstaltung:**
*Module part***Mathematik I**

Fachbereich: <i>Department</i>	Mathematik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Mathematische Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. E. Kuwert	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: gute Kenntnisse der Schulmathematik		

Semester It Studienplan: <i>Term</i>	1	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	8
SWS: <i>Semester week hours</i>	4 V + 2 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	240 h/Semester (Vorlesung 60 h, Übung 30 h, Eigenarbeit 148 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden lernen grundlegende mathematische Begriffe und Methoden zur Lösung praktischer Probleme anhand der Analysis. Sie lernen mathematische Argumentationsmuster und Beweistechniken und sind in der Lage, kleinere mathematische Beweise selbständig zu führen.

Lehrinhalt / Content of teaching

Die Vorlesung gibt eine Einführung in grundlegende mathematische Begriffe, Aussagen und Methoden. Dabei werden Themen der Analysis (Grenzwert, Stetigkeit, Differentiation, Integration, Potenzreihen) behandelt:

1. Grundlagen: Aussagen, Mengen und Abbildungen, Zahlbereiche, Natürliche Zahlen, Erweiterung des Zahlbereichs, Komplexe Zahlen
2. Konvergenz: Folgen, Reihen, Grenzwerte von Funktionen und Stetigkeit, Funktionenfolgen und -reihen, Potenzreihen, Spezielle Funktionen
3. Differentiation: Grundlagen, Mittelwertsätze und Anwendungen, Taylorentwicklung und Extrema, Anwendungen, Newton Verfahren, Taylorentwicklung, Differentialgleichungen, Differentialgleichung und Potenzreihenansatz, Extremalprobleme
4. Integration: Grundlagen, Integrationsmethoden, Integration von Reihen, Uneigentliche Integrale, Anwendungen, Parameterintegrale, Gaußsches Integral, Mittelwerte, Fourierreihen, Kurvenlänge, Wegintegral

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Schriftliche Klausur am Ende der Vorlesung.

**Literatur / Literature**

- K. Meyberg, P. Vachenauer: Höhere Mathematik 1, Springer.
- G. Merzinger, T. Wirth: Repetitorium der höheren Mathematik, Binomi Verlag 2010.
- L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg 2009.

Weitere Informationen / Further Information

Zur Veranstaltungsform: Präsenzveranstaltung mit Übungen. Die Übungen bilden einen wesentlichen Bestandteil der Vorlesung. Jeweils mittwochs werden vier Übungsaufgaben in der Vorlesung ausgegeben, die innerhalb einer Woche zu bearbeiten sind. Ein Ziel der Beschäftigung mit den Aufgaben ist die Erarbeitung und Vertiefung der Inhalte der Vorlesung. Zugleich können die Übungsaufgaben der Selbstkontrolle dienen. In den Übungsgruppen werden Lösungen der Aufgaben besprochen. Eine aktive Beteiligung am Geschehen in den Übungen ist ausdrücklich erwünscht bzw. wird erwartet.



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Mathematik II für Studierende des Ingenieurwesens
---	--

Fachbereich: <i>Department</i>	Mathematik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Mathematische Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. S. Goette	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Mathematik I		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	2	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	8
SWS: <i>Semester week hours</i>	3 V + 1 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Sommersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	240 h/Semester (Vorlesung 45 h, Übung 15 h, Eigenarbeit 178 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden kennen grundlegende und weiterführende mathematische Begriffe und sie beherrschen weiterführende mathematische Methoden. Sie können mathematische Argumentationsmuster und Beweistechniken anwenden und sind in der Lage kleinere mathematische Beweise selbständig zu führen. Sie sind fähig mathematische Methoden im Kontext der Mikrosystemtechnik anzuwenden.

Lehrinhalt / Content of teaching

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Lineare Algebra und die Theorie von Funktionen mehrerer Variablen.

1. Lineare Algebra:
Lineare Gleichungssysteme, Matrizen, Vektorräume, Determinanten, Lineare Abbildungen und Eigenwerte, Symmetrische Matrizen
2. Differentiation und Integration von Funktionen mehrerer Variablen:
Kurven, Reellwertige Funktionen mehrerer Veränderlicher, Anwendungen, Vektorwertige Funktionen, Parameterintegrale, Integrale auf elementaren Bereichen, Kurven- und Oberflächenintegrale

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Voraussetzungen für die Zulassung zur Klausur:

- Regelmäßige (höchstens 2-mal fehlen), aktive Teilnahme an den Übungen
- Erreichen von mindestens 50% der erreichbaren Punkte aus den Übungsaufgaben
- Vorrechnen mindestens einer Übungsaufgabe

Studierende die bereits an einer Klausur zur Mathematik II für Studierende des Ingenieurwesens teilgenommen haben und die Zulassungsvoraussetzungen bereits in vorherigen Semestern erfüllt haben, müssen diese nicht nochmals erfüllen und sind automatisch zur Klausur zugelassen.



Literatur / Literature

- Höhere Mathematik I / Kurt Meyberg; Peter Vachenauer, Springer-Verlag, Berlin; Heidelberg [u.a.] 2003
- Mathematik für Ingenieure 1 (4. Auflage) / R. Ansorge, H.J. Oberle, K. Rothe, Th. Sonar, Wiley-VCH Verlag, Weinheim 2010


Modul / Module
Experimentalphysik
Teilmodul/Veranstaltung:
Module part **Experimentalphysik I**

Fachbereich: <i>Department</i>	Physik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Physikalische Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. H. Helm	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Schulphysik und -mathematik, Teilnahme am Mathematischen Vorkurs		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	1	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	8
SWS: <i>Semester week hours</i>	4 V + 2 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	240 h/Semester (Vorlesung 60 h, Übung 30 h, Eigenarbeit 148 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Das Ziel der Vorlesung Experimentalphysik I ist es, die experimentellen Grundlagen der Mechanik, insbesondere der Kinematik, der Dynamik, und des mechanischen Verhaltens der Stoffe in den verschiedenen Aggregatzuständen zu vermitteln. Studierende können auf dieser Basis physikalische Fragestellungen in der Mikrosystemtechnik bearbeiten.

Lehrinhalt / Content of teaching

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Grundlagen der Physik.
 Programm:

- Kinematik des Massenpunktes und Newtonsche Mechanik
- Mechanik starrer und deformierbarer Körper
- Schwingungen und Wellen
- Gase und Flüssigkeiten
- Wärmelehre

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Prüfung besteht aus einer zweistündigen Abschlussklausur. Regelmäßige Teilnahme an den Übungen ist wichtig für das Verständnis und Voraussetzung zur Teilnahme an der Abschlussklausur. Der jeweilige Dozent legt fest, wie die regelmäßige Teilnahme an den Übungen nachgewiesen wird. In der Regel geschieht das durch Abgabe der Lösungen zu den wöchentlichen ausgegebenen Übungen. Die Abgabe kann in der Regel auch online erfolgen. Es kann auch die aktive Beteiligung an den begleitenden Tutorien gefordert und ggf. honoriert werden.



Literatur / Literature

Einführende Literatur:

Beispielweise:

- Gerthsen, Physik, Springer-Verlag
- Tipler, Physik, Spektrum Verlag
- W. Demtröder, Experimentalphysik 1, Mechanik und Wärme, Springer-Verlag

Weitere Informationen / Further Information

Aufzeichnungen der letzten Vorlesungen sind verfügbar.



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Experimentalphysik II
---	------------------------------

Fachbereich: <i>Department</i>	Physik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Physikalische Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. Stienkemeier	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Experimentalphysik I		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	2	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	8
SWS: <i>Semester week hours</i>	4 V + 2 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Sommersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	240 h/Semester (Vorlesung 60 h, Übung 30 h, Eigenarbeit 148 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Vorlesung Experimentalphysik II vermittelt die experimentellen Grundlagen der Elektrizität, des Magnetismus und der Optik. Im Zentrum der Vorlesung stehen Demonstrationsexperimente.

Lehrinhalt / Content of teaching

Folgende Themen werden behandelt:

- Elektrische Ladung
- Elektrische Felder
- Gaußscher Satz und elektrisches Potential
- Kapazität
- Elektrischer Strom, Widerstand und Stromkreise
- Magnetfelder
- Strominduzierte Magnetfelder, Induktion und Induktivität
- Maxwellgleichungen
- Schwingkreise und Wechselstrom
- Elektromagnetische Wellen
- Geometrische Optik
- Licht als Welle: Interferenz und Beugung
- Reflexion und Brechung von Licht
- Interferenz und Beugung von Licht

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Prüfung besteht aus einer zweistündigen Klausur.

Die Vorlesung wird durch Übungen begleitet. Teilnahme an den Übungen ist für das Verständnis der Vorlesung dringend erforderlich.



Literatur / Literature

Einführende Literatur:

- Tipler/Mosca, Physik (Elsevier)
- Demtröder, Experimentalphysik 2 (Springer)
- Bergmann/Schaefer, Lehrbuch der Experimentalphysik, Band 2, Elektromagnetismus (de Gruyter)
- Gerthsen, Physik (Springer)
- Giancoli, Physik (Pearson)


Modul / Module
Elektrotechnik
Teilmodul/Veranstaltung:
Module part
Einführung in die Elektrotechnik

Fachbereich: <i>Department</i>	Elektrotechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Elektronische Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. T. Stieglitz	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung und Praktikum	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Mathematisch-naturwissenschaftliche Schulbildung		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	2	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	9
SWS: <i>Semester week hours</i>	4 V + 1 Ü + 2 P	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Sommersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	270 h/Semester (Vorlesung 60 h, Übung 15 h, Praktikum 30 h Eigenarbeit 163 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Vorlesung "Einführung in die Elektrotechnik" bildet die elektrotechnischen Grundlagen des MST Studiums.

Lehrinhalt / Content of teaching

Die Vorlesung "Einführung in die Elektrotechnik" beinhaltet folgende Themen:

- Grundlagen
- Elektrische Zweipole
- Magnetische Zweipole
- Einfache Netzwerke
- Quellen
- Netzwerkanalyse
- Wechselstromrechnung
- Frequenzgang
- Schaltvorgänge
- Digitale Systeme
- Halbleiter und Dioden
- Bipolare Transistoren
- MOSFETS
- Elektromechanik

**Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements**

Die Teilnahme an den Übungstunden und am Praktikum ist Pflicht

Die Endnote der Veranstaltung wird wie folgt berechnet:

- 70% Klausur (im Prüfungszeitraum)
- 30% Übungen (Teilnahme an den Übungsstunden wird benotet)

Das Praktikum ist eine Studienleistung, die erfolgreich erbracht werden muss, um sich für die Klausur anmelden zu dürfen.

Literatur / Literature

Die Vorlesungsfolien werden als Skript verteilt.

Zudem wird folgende Literatur empfohlen:

Deutsch:

- Albach et.al.: Grundlagen der Elektrotechnik (3 Bände)
- Paul: Elektrotechnik (2 Bände)
- Weissgerber: Elektrotechnik für Ingenieure
- Hering et.al.: Elektronik für Ingenieure

English:

- Sarma: Introduction to Electrical Engineering
- Schwarz & Oldham: Electrical Engineering
- Smith & Dorf: Circuits, Devices & Systems



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	MST Bauelemente, Aktorik, Sensorik
---	---

Fachbereich: <i>Department</i>	Mikrosystemtechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	MST Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. U. Wallrabe, Prof. H. Reinecke	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Grundvorlesungen in Physik, Elektrotechnik, MST Technologien & Prozesse		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	3
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 V	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	90 h/Semester (Vorlesung 30 h, Eigenarbeit 58 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Das Ziel der Vorlesung ist die Vermittlung der physikalischen, chemischen, elektrischen Funktionsweise grundlegender Bauelemente der MST. Dabei werden aufbauend auf den zuvor vermittelten Grundlagen typische, Sensoren, Aktoren und Systeme sowie deren Prozessierung und Anwendung vorgestellt. Die Studierenden sollen den Zusammenhang zwischen den Fertigungsprozessen und den daraus abgeleiteten Funktionen eines Bauteils erlernen.

Lehrinhalt / Content of teaching

In der Vorlesung werden Aktorprinzipien, sensorische Messmethoden, optische und fluidische Funktionalitäten, wie sie in der Mikrotechnik vorkommen vermittelt. Neben den Funktionalitäten wird jeweils die Umsetzung konkreter Bauelemente vorgestellt sowie Technologie- und Fertigungsbeispiele. Folgende Funktionalitäten und Bauelemente werden diskutiert:

Prof. Wallrabe:

Elektrostatik als Aktorprinzip mit Plattenkondensator, Pull-in, Kammaktor, auch out-of-plane. Anwendung von Elektrostatik in den Optical MEMS, hier insbesondere Kippspiegel und 2D-Scanner

Mikro- und Minimotoren

Getriebe und Zahnräder

Diffraktive Spektrometer

RF-MEMS

Hall-Sensoren

Tastspitzen für Rastermikroskope

Prof. Reinecke:

- Inertiale Messeinheiten
 - Beschleunigungssensoren
 - Drehratensensoren
 - Drucksensoren
- Thermische Sensoren
 - Strömungs-, Differenzdrucksensoren
 - Winkel-, Neigungssensoren



- Fluidische Bauelemente
 - Pumpen, Ventile
 - Druckköpfe
- Ausgewählte Bauelemente
 - Medikamentendosierer
 - Brennstoffzelle, chem./biolog. Sensoren, Implantate

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Zur Vorlesung gibt es eine schriftliche Klausur im Prüfungszeitraum

Literatur / Literature

Begleitend zur Vorlesung wird ein Folien-Skriptum zur Verfügung gestellt und regelmäßig aktualisiert.

**Modul / Module****Informatik Grundlagen I****Teilmodul/Veranstaltung:**
*Module part***Einführung in die Informatik**

Fachbereich: <i>Department</i>	Informatik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Informatik-Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. W. Burgard, PD C. Stachniss	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: JAVA-Grundkenntnisse		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	2	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 V + 2 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Sommersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (Vorlesung 30 h, Übung 30 h, Eigenarbeit 118 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden sollen die Grundlagen des systematischen Programmierens und theoretische Grundlagen aus dem Bereich der Informatik beherrschen. Sie sollen Algorithmen entwerfen, sie in der Programmiersprache JAVA formulieren und auf Rechnern testen und ausführen lassen können. Sie sollen die Grundkonzepte von JAVA wie Klassen, Abstraktion und Vererbung beherrschen und zur Programmentwicklung auf Rechnern einsetzen können.

Lehrinhalt / Content of teaching

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Grundlagen der Informatik. Anhand der Programmiersprache Java werden Grundkonzepte der Programmierung erläutert. Dazu gehören Grundlagen von Algorithmen, prozedurale Programmierung, Datenabstraktion, datengesteuerte und objekt-orientierte Programmierung.

Die Vorlesung wird durch Tutorien begleitet.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Prüfungen: Die Benotung der Vorlesung erfolgt anhand einer zweistündigen Abschlussklausur. Angaben zum Klausurtermin finden die Studierenden beim Prüfungsamt der Fakultät.

Übungsblätter: Jede Woche wird ein Übungsblatt ins Netz gestellt. Die Übungsblätter sollten in Teams von zwei Personen aus derselben Übungsgruppe bearbeitet werden. Die Übungsblätter werden im Laufe einer Woche bearbeitet und können zwecks Korrektur abgegeben werden. Die Abgabe der Übungsblätter ist freiwillig, eine Mindestpunktzahl für Klausurzulassung oder Bonuspunkte gibt es nicht.



Übungsgruppen: Ergänzend zur Vorlesung gibt es Übungsgruppen. Hier werden nicht nur die Übungsaufgaben besprochen, sondern auch der Stoff der Vorlesung kann noch einmal diskutiert werden. Deshalb ist die aktive Mitarbeit in der Übungsgruppe wichtig, es besteht allerdings keine Anwesenheitspflicht.

Weitere Informationen / Further Information

Aufzeichnungen der letzten Vorlesungen sind verfügbar. Aufzeichnungen sind außerdem auf dem e-lectures-Portal unter „Technische Informatik I und II“ verfügbar.

Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Systeme I – Betriebssysteme
---	------------------------------------

Fachbereich: <i>Department</i>	Informatik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Informatik-Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. C. Scholl	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: JAVA-Grundkenntnisse		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	4
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 V + 1 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	120 h/Semester (30 h Vorlesung, 15 h Übung, 75 h Eigenarbeit)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden sollen ein grundlegendes Verständnis über die Aufgabe, Funktionsweise und Architektur moderner Betriebssysteme gewinnen. Weiterhin sollen sie den praktischen Umgang mit Betriebssystemen beherrschen.

Lehrinhalt / Content of teaching

In der Vorlesung werden Grundlagen der Betriebssysteme behandelt. Neben der Behandlung der Aufgaben von Betriebssystemen erfolgt eine Einführung in grundlegende Begriffe wie z.B. Dateisysteme, Prozesse, Nebenläufigkeit, wechselseitiger Ausschluss, Deadlocks bzw. Deadlockvermeidung und Schedulingmethoden. Die Veranstaltung ist eine einführende Vorlesung, die dazugehörige Übung vermittelt neben einer (theoretischen) Vertiefung der Lehrinhalte praktische Kenntnisse im Umgang mit einem Unix/Linux-Betriebssystem.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Prüfung zur Vorlesung "Systeme I" im Wintersemester 2012/2013 gilt als bestanden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Anmeldung zur Prüfung bis spätestens zum Anmeldeschluss (wird noch bekannt gegeben) über das Internet oder direkt beim Prüfungsamt in Geb. 101.
- Eintragen in eine Übungsgruppe über das Übungsportal der Vorlesung.
- Erfüllung der Studienleistung (siehe unten).
- Bestehen der Abschlussklausur.

Übungen:

- Es gibt bepunktete Übungsblätter (abwechselnd Theorie- und Praxisübungen) mit mehreren Aufgaben, die wöchentlich auf der WWW-Seite der Vorlesung und im Übungsportal zugänglich gemacht werden.
- Die Übungsblätter sind von den Teilnehmern der Veranstaltung in Einer- oder Zweiergruppen zu bearbeiten und müssen in digitaler Form (entweder PDF (Portable Document Format) oder PS (Postscript)) bis zu dem auf dem Übungsblatt angegebenen Termin über das Übungsportal abgegeben worden sein; die Rückgabe der korrigierten



Abgaben erfolgt ebenfalls über das Übungsportal. Die Besprechung der Übungsblätter findet in den jeweiligen Übungsgruppen statt.

- Die Lösungen der Aufgaben der Praxisübungsblätter werden dem jeweiligen Tutor in der Übungsgruppe vorgeführt.
- Es müssen mindestens 50% der erreichbaren Punkte aus den Praxis- und den Theorieübungen erreicht werden (Studienleistung).

Abschlussklausur:

- Im Prüfungszeitraum in der vorlesungsfreien Zeit wird die Abschlussklausur geschrieben.
- Zugelassen ist, wer die obigen Studienleistungen erbracht hat.
- 50% der Klausurpunkte sind hinreichend zum Bestehen (Prüfungsleistung).

Literatur / Literature

- Andrew S. Tanenbaum: Moderne Betriebssysteme, Pearson Studium, 2009
- William Stallings: Betriebssysteme: Prinzipien und Umsetzung. Pearson Studium, 2002
- William Stallings: Operating Systems: Internals and Design Principles, Pearson Studium, 2011

Weitere Vorlesungsmaterialien (Vorlesungsfolien, Übungsblätter, usw.) finden sich auf der Lehrstuhl-Seite zur Veranstaltung.

Medienformen / Media types

Beamervortrag in der Vorlesung, Vortragsfolien und Übungsblätter werden auf der Internetseite der Veranstaltung bereitgestellt

Weitere Informationen / Further Information

Weitere Informationen sind im Vorlesungsverzeichnis enthalten.

**Modul / Module****Differentialgleichungen**

Fachbereich: <i>Department</i>	Mathematik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Mathematische Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. M. Nolte	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Mathematik I und II		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	4
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 V + 2 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	120 h/Semester (Vorlesung 30 h, Übung 30 h, Eigenarbeit 58 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden besitzen Kenntnisse und Fertigkeiten bei der Modellierung mit Differentialgleichungen und beherrschen die wichtigsten theoretischen und praktischen Lösungsmethoden. Sie können Differentialgleichungen auf ihre Lösbarkeit hin mit unterschiedlichen Methoden aus Analysis und Numerik beurteilen. Sie können das qualitative Verhalten von Lösungen grundsätzlich beurteilen.

Lehrinhalt / Content of teaching

Differentialgleichungen sind Gleichungen, welche eine oder mehrere Ableitungen einer unbekannten Funktion beinhalten. Sie sind eines der wichtigsten Hilfsmittel bei der Modellierung von Problemen aus der Technik und den Naturwissenschaften. In dieser Vorlesung werden grundlegende Kenntnisse zur Analyse und zum Lösen gewöhnlicher Differentialgleichungen vermittelt.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Studienleistungen werden jeweils zu Beginn des Semesters durch den/die Dozenten/Dozentin festgelegt. Klausur

Literatur / Literature

- Robert L. Borrelli, Courtney S. Coleman: "Differential Equations, A Modeling Perspective", John Wiley and Sons, 2004.

**Modul / Module****Informatik Grundlagen II****Teilmodul/Veranstaltung:**
*Module part***Algorithmen und Datenstrukturen**

Fachbereich: <i>Department</i>	Informatik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Grundlagen der Informatik
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. H. Bast	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Grundlegende Kenntnisse in einer objekt-orientierten höheren Programmiersprache wie Java oder C++.		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	4
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 V + 1 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	120 h/Semester (30 h Vorlesung, 15 h Übung, 73 h Eigenarbeit, 2 h Kompetenznachweis)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden kennen grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen. Sie sind in der Lage, den Ressourcenverbrauch (insbesondere Laufzeit) eines gegebenen Programms zu analysieren, sowohl theoretisch (asymptotische Analyse) also auch praktisch (konkrete Laufzeitabschätzung). Ebenso können Sie die Optimalität eines Programms beurteilen, sowohl theoretisch (untere Schranken) als auch praktisch (läuft das Programm so schnell wie es könnte). Die Studierenden sind in der Lage, für ein gegebenes Problem einfache eigene Algorithmen und Datenstrukturen zu entwickeln. Sie können einen Algorithmus/eine Datenstruktur sauber in einer höheren Programmiersprache, wie z.B. Java oder C++, implementieren.

Lehrinhalt / Content of teaching

Grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen: Felder, Listen, Sortieren, Hashing, Prioritätswarteschlangen, kürzeste Wege in Graphen. Grundlegende Design-Prinzipien: Greedy, Divide & Conquer, dynamische Programmierung, Rekursion. Theoretische Analyse: O-Notation, asymptotische, amortisierte, probabilistische, worst-case, average-case, best-case Analyse. Praktische Analyse: Zugriffszeiten auf Platte, Speicher, Cache, praktische Laufzeitabschätzung. Implementierung: unit tests, performance tests, algorithm engineering.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Schriftliche Prüfung



Literatur / Literature
<ul style="list-style-type: none">▪ K. Mehlhorn, P. Sanders: Algorithms and Data Structures – The Basic Toolbox. Springer, May 2008. Das Buch ist online verfügbar.



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Proseminar der Informatik
---	----------------------------------

Fachbereich: <i>Department</i>	Informatik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	frei wählbar
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Dozenten der Informatik	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Seminar	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: vertiefte Kenntnisse im jeweiligen Sachgebiet des Seminars		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	3
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 S	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes zweite Semester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	90 h/Semester (Seminar 30 h, Eigenarbeit 59 h, Kompetenznachweis 1 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden sind in der Lage, selbständig eine wissenschaftliche Fragestellung anhand von Originalliteratur zu erarbeiten. Sie haben Kenntnisse über ausgewählte aktuelle Forschungsthemen. Die Studierenden können die selbst aufgearbeitete wissenschaftliche Fragestellung vor einem Publikum mit gängigen Präsentationstechniken vorzutragen und über die Inhalte eine wissenschaftliche Ausarbeitung zu verfassen.

Lehrinhalt / Content of teaching

Abhängig von der Thematik im durchführenden Fachbereich.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

1. Ggf. Teilnahme an der Präsenzveranstaltung
2. Vortrag des jeweiligen Wissensgebietes
3. Schriftliche Ausarbeitung des Vortrages

Literatur / Literature

Abhängig von dem jeweiligen Proseminarthema.

Medienformen / Media types

Beamer- oder Tafelvorträge



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Programmierkurs A – Programmierung in C++
---	--

Fachbereich: <i>Department</i>	Informatik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Grundlagen Informatik
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. H. Bast	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Seminar	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Informatik I		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	4	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	4
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 S	Turnus: <i>Regular cycle</i>	Im Wechsel mit <i>Programmieren in Java</i>
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	120 h/Semester		

Lernziele / Educational objectives

Für eine in natürlicher Sprache wohl-spezifizierte Aufgabenstellung, Entwicklung eines objekt-orientierten C++ Programms im Umfang von bis zu ca. 500 Zeilen nach den Regeln der Kunst, insbesondere:

- ein angemessenes, auf der Grundlage der gegebenen Aufgabenstellung selbst erarbeitetes Klassendesign;
- Einhalten eines vorgegebenen Coding Styleguides;
- für Dritte verständliche Dokumentation der einzelnen Klassen, Methoden und Variablen, und des Programms als Ganzem;
- Unit Tests und Performance Tests zentraler Funktionen, sowie angemessene Fehlerbehandlung / exception handling.

Lehrinhalt / Content of teaching

1. Umgebung: Editor, Coding Styleguide, Makefile, Aufteilung des Codes in Dateien (C++: .h / .cpp Dateien), Dokumentation, Debugging, Code Reviews
2. Sprache: grundlegende Konstrukte (Deklaration, while, for, if, etc.), Ein- und Ausgabe, Kommandozeilenparameter, Zeiger (*) und Referenzen (&), call by value / call by reference, const, ...
3. Objekt-Orientiertes Programmieren: Klassen, Objekte, Konstruktoren, Destruktoren, static, explicit, Vererbung, abstract, virtual, ...
4. Tests und Fehlerhandling: unit tests, exception handling, performance tests, profiling, ...
5. Fortgeschrittene Methoden: generisches Programmieren (templates), Standardbibliotheken (STL), Bibliotheken selber bauen (statisch und dynamisch), packaging, alternative Build Systeme (cmake), ..

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Studienleistung besteht aus der aktiven Teilnahme am Übungsbetrieb.



Literatur / Literature
<ul style="list-style-type: none">▪ C++: http://www.cplusplus.com/doc/tutorial/▪ GNU Make: http://www.gnu.org/software/make/manual/▪ SVN: http://subversion.apache.org/▪ Google Test: http://code.google.com/p/googletest/

Medienformen / Media types
Beamervortrag in der Vorlesung, Vortragsfolien und Übungsblätter werden auf der Internetseite der Veranstaltung bereitgestellt.

Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Programmierkurs B – Programmieren in Java
---	--

Fachbereich: <i>Department</i>	Informatik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Berufsfeldorientierte Kompetenzen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. P. Thiemann	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Seminar	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Informatik Grundlagen I		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	2	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	4
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 S	Turnus: <i>Regular cycle</i>	Im Wechsel mit Programmieren in C++
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	120 h/Semester		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden sollen die Konzepte der objekt-orientierten Programmierung beherrschen und im Rahmen der Test-getriebenen Entwicklung einsetzen können. Sie sollen in der Lage sein, Standardentwurfsmuster und Standardbibliotheken in eigenen Programmen einzusetzen und dabei Styleguides für Codierung und Dokumentation einzuhalten. Sie sollen kleine Projekte selbständig mithilfe einer modernen grafischen Entwicklungsumgebung durchführen können.

Lehrinhalt / Content of teaching

1. Umgebung: graphische Entwicklungsumgebung, Coding Styleguide, Dokumentation, Debugging, Code Review.
2. Sprache: Basisdatentypen, Klassen, Objekte, Methoden, Interfaces, Konstruktoren, Iteration.
3. Konzepte: objekt-orientierte Datenmodellierung, Abstraktion mit Methoden, Abstraktion mit Klassen, Programmiermuster, Iteratoren, Vergleich.
4. Testen und Debuggen: Unit Tests, systematisches Debuggen.
5. Weiterführendes: Generics, Java Collection Framework (Collections, Sets, Maps), Reflection, GUI- und Netzwerkprogrammierung.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Studienleistung besteht aus der aktiven Teilnahme am Übungsbetrieb. Studierende der 2-ECTS-Punkte-Variante bearbeiten nur die Semester-begleitenden Aufgaben; Studierende, die 4-ECTS-Punkte erlangen, fertigen zusätzlich ein Abschlussprojekt in gegebenem Umfang an.

Literatur / Literature

Wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.



Medienformen / Media types
Beamervortrag in der Vorlesung, Vortragsfolien und Übungsblätter werden auf der Internetseite der Veranstaltung bereitgestellt.

**Modul / Module****ESE-Grundlagen****Teilmodul/Veranstaltung:**
*Module part***Einführung in Embedded Systems Engineering**

Fachbereich: <i>Department</i>	Embedded Systems	Spezialbereich: <i>Special field</i>	ESE Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. B.Becker, Prof. C. Scholl	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Technische Informatik		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	3 V + 1 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (Vorlesung 42 h, Übung 14 h, Eigenarbeit 122 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis für die spezifischen Eigenschaften von Eingebetteten Systemen. Sie kennen die elementaren Konzepte zum Entwurf derartiger Systeme sowie Kriterien für die Partitionierung in Hardware bzw. Software. Sie kennen die Eigenschaften der Bauelemente eines Eingebetteten Systems und erfassen die daraus resultierenden Anforderungen an Schnittstellen und das Gesamtsystem. Sie sind in der Lage, die spezifischen Restriktionen, die sich durch die physikalischen Gesetze des umgebenden Systems ergeben, einzuschätzen und können diese gezielt in den Entwurfsprozess einbeziehen. Schließlich sind sie sich darüber im Klaren, wie spezifische Methoden aus der Softwaretechnik einerseits und dem Hardwareentwurf andererseits zu einer leistungsfähigen Entwurfsmethodik kombiniert werden können, die Anforderungen bzgl. Größe, Reaktionszeiten, Kosten und Energieverbrauch des resultierenden Gesamtsystems berücksichtigt.

Lehrinhalt / Content of teaching

Eingebettete Systeme gelten als die Schlüsselanwendung der Informationstechnologie in den kommenden Jahren und sind, wie der Name bereits andeutet, Systeme, bei denen Informationsverarbeitung in eine Umgebung eingebettet ist und dort komplexe Regelungs-, Steuerungs- oder Datenverarbeitungsaufgaben übernimmt.

Die Vorlesung beschäftigt sich mit grundlegenden Konzepten für Modellierung und Entwurf Eingebetteter Systeme. Sie behandelt u.a. Spezifikationssprachen und Methoden für Eingebettete Systeme (wie z.B. Statecharts, Petrinetze, VHDL), Abbildung von Spezifikationen auf Prozesse, Hardware Eingebetteter Systeme sowie Hardware-/Software-Codesign.

Es wird auf die Bauelemente eines Eingebetteten Systems eingegangen (z.B. Prozessoren,



AD-/DA-Wandler, Sensoren, Sensorschnittstellen, Speicher) und es werden Methoden zum Entwurf und zur Optimierung der zugehörigen Schaltungen bezüglich Geschwindigkeit, Energieverbrauch und Testbarkeit vorgestellt.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Schriftliche Klausur oder mündliche Prüfung

Literatur / Literature

1. Marwedel, P.: Embedded System Design. Springer-Verlag New York, Inc., 2006.
2. Marwedel, P. ; Wehmayer, L.: Eingebettete Systeme. Springer-Verlag Berlin, 2007.
3. Ritter, J. ; Molitor, P.: VHDL - Eine Einführung. Pearson Studium, 2004.
4. Chang, K. C.: Digital Design and Modeling with VHDL and Synthesis. IEEE Computer Society Press, 1996.
5. Teich, J. ; Haubelt, C.: Digitale Hardware/Software-Systeme. Berlin : Springer-Verlag Berlin, 2007.
6. Baker, R. J.; Li, H. W.; Boyce, D. E.: CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation. IEEE Press Series on Microelectronic Systems, 1998.
7. Rabaey, J. M.; Chandrakasan, A. P.; Nikolic, B.: Digital Integrated Circuits. Prentice-Hall, 2003.
8. Tietze, U.; Schenk, C.: Halbleiter Schaltungstechnik. Springer-Verlag, 2002.
9. Weste, N.; Eshraghian, K.: Principles of CMOS VLSI Design; A Systems Perspective. Addison-Wesley, 1993.



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Embedded Systems Engineering Hardware-/ Softwarepraktikum
---	--

Fachbereich: <i>Department</i>	Embedded Systems	Spezialbereich: <i>Special field</i>	ESE Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. B. Becker, T.Schubert	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Praktikum	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Technische Informatik, Einführung in die Informatik		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	4	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	4 P	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Sommersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (Praktikum 60 h, Eigenarbeit 128 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden erwerben in praktischen Versuchen ein vertieftes Verständnis von dem Zusammenspiel zwischen Hardware und Software sowie deren der Interaktion mit der Umgebung mittels Aktorik und Sensorik.

Sie besitzen nach Abschluss des Praktikums Grundkenntnisse aus dem Bereich der Analog- und Digitaltechnik und sind in der Lage, einfache Eingebettete Systeme zu entwerfen und umzusetzen.

Die Studierenden können kombinatorische und sequentielle Schaltungen entwerfen, mit entsprechenden Werkzeugen am PC simulieren und in eine reale Hardware-Umgebung einbetten.

Zudem haben sie Kenntnisse auf dem Gebiet der FPGA-Programmierung mit VHDL, insbesondere vor dem Hintergrund, dass diese im Vergleich zu klassischen PCs in der Regel nur über limitierte Ressourcen hinsichtlich Taktfrequenz, Berechnungskapazität und Speicher verfügen.

Die Studierenden haben weiterhin ein grundlegendes Verständnis von der Verwendung von Eingebetteten Systemen in Regelkreisläufen und können diese unter Zuhilfenahme von Aktoren und Sensoren mit den gegebenen Ressourcen selbst entwerfen.

Lehrinhalt / Content of teaching

Im Hardwarepraktikum erhalten die Studierenden ein mobiles, FPGA-basiertes Entwicklungssystem, das sowohl analoge als auch digitale Bausteine enthält und per USB-Schnittstelle mit ihrem Heimrechner verbunden werden kann.

Den Einstieg bildet eine Versuchsreihe, in der mit grundlegenden Bauteilen einfache digitale Schaltungen aufgebaut und analysiert werden.

Danach werden wesentliche Konzepte Eingebetteter Systeme auf dem bereitgestellten Entwicklungssystem mit VHDL in die Praxis umgesetzt. Besonderen Wert wird auf die Einbindung von Sensoren und Aktoren gelegt, wie z.B. die Ansteuerung eines Servomotors mittels eines PWM-Signals.

Die in den verschiedenen Aufgabenstellungen vermittelten Kenntnisse werden abschließend zu einem größeren Abschlussprojekt zusammengesetzt.

Wie in modernen Entwicklungsverfahren üblich werden die Schaltungen nicht aus diskreten Logikgattern aufgebaut, sondern vollständig am PC entwickelt und simuliert, bevor sie mit



programmierbaren Bausteinen (FPGAs der Altera Cyclone Serie) in eine vorgegebene Hardware-Umgebung eingebettet werden. Neben der Eingabe der Schaltung mit Hilfe vorgefertigter Bibliotheksmodule wird dabei insbesondere auch der Entwurf von Schaltkreisen mit der Hardwarebeschreibungssprache VHDL vermittelt.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Studienleistung: Bewertet werden die in Gruppen erarbeiteten, elektronisch abgegebenen Übungen und eine Präsentation zum Ende des Praktikums

Literatur / Literature

- L. Borucki. Digitaltechnik. Teubner, 2000.
- U. Tietze, C. Schenk. Halbleiter-Schaltungstechnik. Springer, 1999.
- B. Becker, R. Drechsler, P. Molitor. Technische Informatik, Pearson Studium, 2005.
- Th. Ottmann, P. Widmayer. Algorithmen und Datenstrukturen. 4. Auflage, Spektrum Verlag, 2002.

Weitere Informationen / Further Information

Das Praktikum findet in einer mobilen, webbasierten Form statt, bei der den einzelnen Gruppen zu je maximal 3 Studierenden alle Versuchsaufgaben, die benötigte Hard- und Software sowie entsprechende Tutorials, Dokumentationen und Vorträge zur Verfügung gestellt werden. Die Lösungen zu den gestellten Aufgaben werden dann von den gebildeten Kleingruppen in Heimarbeit erstellt und zu festgelegten Terminen über das Übungsportal in elektronischer Form abgegeben und bewertet.

Modul / Module**Messtechnik**

Fachbereich: <i>Department</i>	Elektrotechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Elektronische Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. L Reindl	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Praktischer Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Elektrotechnik I, Experimentalphysik I/II, Elektronik		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	4	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 V + 3 P	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Sommersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (Vorlesung 30 h, Praktische Übung 45 h, Eigenarbeit 103 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Lehrveranstaltung besteht aus einer Vorlesung mit begleitendem Praktikum. Die Veranstaltung führt in die grundlegenden Sensor-Komponenten, System-Konzepte, Aufnahme- und Auswerteverfahren, Schaltungen und Geräte der Messtechnik ein. Durch diese Veranstaltung sollen die Studierenden die Grundlagen der Messtechnik beherrschen, um so in die Lage versetzt zu werden, eigenständig messtechnische Systeme und Verfahren zu verstehen, zu bewerten/auszuwählen bzw. eigene Lösungen vorzuschlagen und diese grundlegend zu dimensionieren.

Lehrinhalt / Content of teaching

Folgende Themen werden in der Vorlesung behandelt: - Grundlagen Allgemeine Grundlagen der Messtechnik, Grundlagen der Sensorik, Grundlagen der Elektrotechnik, Analoge Messung elektrischer Größen. - Eigenschaften und Charakterisierung von Sensoren und Messvorgängen (Quasi)-Statische Eigenschaften, Messabweichung, Dynamische Eigenschaften, sonstige Eigenschaften. - Signale und Systeme Signalarten, Signalmerkmale, Fourier-Transformation, Korrelation, Abtasttheoreme, LTI-System, Impulsantwort, Übertragungsfunktion. - Analoge Messtechnik Messbrücken, Operationsverstärker, analoge Messfilter- und Rechenschaltungen. - Sensoren und Messwertumformer Temperaturmessung, Kraft- und Druckmessung, Durchflussmessung, Positions- Weg- und Geschwindigkeitsmessung. - Digitale Messtechnik Grundlagen der Digitaltechnik, Digitale Zählschaltungen, Inkrementale Dreh- , Weggeber, Digital-Analog- / Analog-Digital-Wandler. - Schnittstellen

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Schriftliche Prüfung (Klausur): 100 % Voraussetzung zur Teilnahme an der schriftlichen Prüfung ist die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum Messtechnik

**Literatur / Literature**

Lehrbücher

- E. Schröder, Elektrische Messtechnik, Hanser, 2004
- R. Lerch, Elektrische Messtechnik, Springer, 1996
- R. Patzelt, H. Fürst, Elektrische Messtechnik, Springer 1993
- K. Bergmann, Elektrische Meßtechnik, Vieweg, 1997
- P. Horowitz, W. Hill, The Art of Electronics (2nd Ed), Cambridge University Press, 1989

Nachschlagewerke

- H.-R. Tränkler, E. Obermeier (Hrsg.), Sensortechnik, Springer, 1998
- U. Tietze, C. Schenk, Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer, 2002

Fachzeitschriften

- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement und IEEE Sensors Journal
- Sensors and Actuators, A: Physical, B: Chemical (ELSEVIER)
- Sensor Review (Emerald)
- tm - Technisches Messen (R. Oldenbourg)

Modul / Module
Systemtheorie und Regelungstechnik

Fachbereich: <i>Department</i>	Elektrotechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Elektronische Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Dr. F. Anritter	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Mathematik II, Differentialgleichungen		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	4	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	5
SWS: <i>Semester week hours</i>	3 V + 1 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Sommersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	150 h/Semester (Vorlesung 45 h, Übung 15 h, Eigenarbeit 88 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Sie lernen dynamische Systeme zu modellieren, zu analysieren und durch eine Regelung zu beeinflussen.

Lehrinhalt / Content of teaching

Mikrosysteme sind im Allgemeinen dynamische (d. h. zeitveränderliche) Systeme, ganz gleich, ob dabei elektrische, mechanische, optische, chemische oder thermische Vorgänge betrachtet werden. Wie lassen sich dynamische Systeme in einheitlicher Weise beschreiben, analysieren und erforderlichenfalls beeinflussen?

Die Vorlesung stellt *einheitliche Formen der Beschreibung von dynamischen Systemen* vor. Dazu wird neben der Darstellung als Differenzialgleichung (im Zeitbereich) und als Übertragungsfunktion (im Bildbereich) insbesondere das Blockschaltbild eingeführt. Es ermöglicht eine übersichtliche Beschreibung auch komplexer Systeme und bildet die Grundlage für numerische Simulationen.

Darüber hinaus wird die *Systemdarstellung im Zustandsraum* vorgestellt, die sich insbesondere zur numerischen Simulation, zur Systemanalyse (z. B. hinsichtlich der Stabilität) und zur gezielten Systembeeinflussung (d. h. zum Reglerentwurf) eignet.

Eine *Regelung* erfasst die Messgrößen des Systems, diagnostiziert daraus den aktuellen Systemzustand und führt ggf. geeignete Korrekturen als Stellsignal auf den Systemeingang zurück, um das System in einen gewünschten Zustand zu bringen. Es werden Reglerstrukturen und Entwurfsverfahren vorgestellt. Abschließend wird der Beobachter zur Schätzung nicht direkt messbarer Größen eingeführt.

Gliederung:

1. Beschreibung dynamischer Systeme durch das Blockschaltbild
2. Systembeschreibung im Zeitbereich
3. Systembeschreibung im Bildbereich



4. Analyse von Systemeigenschaften
5. Regelung
6. Beobachtung nicht direkt messbarer Systemzustände

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Schriftliche Prüfung (Dauer 120 Minuten).

Als Hilfsmittel sind alle schriftlichen Unterlagen, Schreibmaterial und ein Taschenrechner erlaubt.

Nicht gestattet sind Rechner/Notebooks sowie Geräte, die eine Kommunikation ermöglichen.

Literatur / Literature

- Föllinger, O: Regelungstechnik, Hüthig, Heidelberg, € 48,-
- Unbehauen, H.: Band 1: Klassische Verfahren zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelsysteme, Vieweg, € 32,90
- Unbehauen, H.: Band 2: Zustandsregelung, digitale und nichtlineare Regelsysteme, Vieweg, € 34,90
- Lunze, J.: Regelungstechnik 1 – Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, Springer, €39,95
- Norman S. Nise: Control Systems Engineering, Wiley Text Books, € 50,99

**Modul / Module****Konstruktion****Teilmodul/Veranstaltung:**
*Module part***Werkstoffe und Mechanik**

Fachbereich: <i>Department</i>	Mikrosystemtechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	MST Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. J. Wilde	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Experimentalphysik I und II		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	4	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	3 V + 1 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	Jedes Sommersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (Vorlesung 45 h, Übung 15 h, Eigenarbeit 118 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Festigkeit ist die elementare Eigenschaft welche ihre Belastbarkeit, Haltbarkeit und die Gebrauchseigenschaften technischer Bauteile beeinflusst. In dieser Lehrveranstaltung sollen die Studierenden die Grundlagen der Festigkeitslehre und der Werkstoffkunde erwerben. Für die Fähigkeit, eine mechanische Konstruktion zu beurteilen oder selber auszulegen, ist sowohl ein elementares Verständnis der Technischen Mechanik als auch der Materialeigenschaften und der Werkstoffmechanik notwendig. Die Studierenden werden daher in grundlegende Konzepte der Mechanik, insbesondere in Spannungen und Dehnungen eingeführt und sie lernen, zwischen Bauteil- und Werkstoffverhalten zu unterscheiden. Werkstoffbezogen werden Begriffe wie Elastizität und Plastizität und ihr Einfluss auf das Verhalten von Bauteilen und Werkstoffen unter Last bis hin zum Versagen verstanden. Weiterhin sollen auch elementare Fähigkeiten bei der Werkstoffauswahl und der Beeinflussung der Materialeigenschaften erlangen. Neben diesen Methoden sollen die Studierenden auch elementares Faktenwissen zu den für Eingebettete Systeme relevanten Werkstoffklassen und ihre Eigenschaften erwerben, insbesondere zu Kunststoffen, Metallen, Keramiken und Verbundwerkstoffen.

Lehrinhalt / Content of teaching

Die Vorlesung mit Übung gibt eine Einführung in die Grundlagen der Technischen Mechanik und der Werkstoffwissenschaften am Beispiel der Werkstoffe für Eingebettete Systeme und für technische Anwendungen. Gliederung und Schwerpunkte sind

1. Einführung
2. Aufbau der Werkstoffe
Bindungen, Kristallgitter, Atome in Legierungen, Defekte
3. Thermodynamik und Kinetik der Legierungen
Thermodynamik, Zustandsdiagramme, Diffusion, Umwandlungsvorgänge
4. Wichtige Metalle



- Stahl und Eisen, Nichteisenmetalle, Elektrische Leitung, Magnetismus
5. Mechanik der Werkstoffe und Werkstoffprüfungen
Elastizität, Verformung und Plastizität, Kriechen, Festigkeit
 6. Polymere
Chemische Bindungen, Polymerisation, Polymerwerkstoffe
 7. Anorganisch-nichtmetallische Werkstoffe
Keramiken, Gläser, Dielektrika, Eigenschaften und Anwendungen
 8. Technische Mechanik
Mohrscher Spannungskreis, Balkenbiegung, harmonische Schwingung

Es werden turnusmäßig Übungsaufgaben herausgegeben, mit denen der aktuelle Stoff der Vorlesungen angewendet wird. In den Übungsstunden werden Musterlösungen vorgerechnet.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Schriftliche Klausur von 120 min im Prüfungszeitraum. Keine Zulassungskriterien.

Literatur / Literature

Begleitend zur Vorlesung wird ein Skript zur Verfügung gestellt und regelmäßig aktualisiert.

- Gross, Hauger, Schröder, Wall, Technische Mechanik 2, Bd. 1: Elastostatik, 9. Aufl., Springer 2007, Berlin, ISBN 3-54070762-X.
- Romberg, Hinrichs, Keine Panik vor Mechanik, 5. Aufl., Vieweg 2006. ISBN 3-83480049-X.
- Bargel, H.-J., Werkstoffkunde: 8., Aufl., Springer 2004, Berlin. ISBN 3-540-40114-8.
- Hornbogen, E., Werkstoffe: Aufbau und Eigenschaften von Keramik-, Metall-, Polymer- und Verbundwerkstoffen. 7. Aufl., Springer 2002. ISBN 3-540-43801-7.



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Entwurf, Konstruktionsmechanik und Simulation
---	--

Fachbereich: <i>Department</i>	Mikrosystemtechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	MST Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Dr. T. Bechtold, Dr. Goldschmidtböing	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Werkstoffe und Mechanik		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	5	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 V + 2 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (Vorlesung 30 h, Übung 30 h, Eigenarbeit 118 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden haben Grundwissen in der Praxis des Konstruierens generell, insbesondere aber mit deutlichem Schwerpunkt Richtung Mikrosystemtechnik. Studierende wissen was die Konstruktion umfasst und kennen die geeigneten methodischen Vorgehensweisen. Sie kennen verschiedene Werkzeuge die zur Verfügung stehen und wissen um deren richtigen Einsatz.

Lehrinhalt / Content of teaching

In der Vorlesung wird das Phasenmodell des Konstruktionsprozesses nach Pahl/Beitz behandelt. In den einzelnen Phasen werden entsprechende methodische und technische Werkzeuge erläutert. In der praktischen Übung wird in Einzel- und Gruppenarbeit die virtuelle Entwicklung eines Produktes und die Anwendung methodischer Werkzeuge des Konstruierens durchgeführt. Die Lehrinhalte der Vorlesung werden dadurch exemplarisch und praktisch angewendet.

Die Vorlesung umfasst folgende inhaltliche Schwerpunkte:

1. Einführung - Was ist Konstruktion?
2. Technisches Zeichnen Phasenmodell des Konstruktionsprozesses
3. Produktplanung:
 - a. Situationsanalyse
 - b. Suchstrategien
 - c. Lastenheft
4. Konzept:
 - a. Abstraktion und Wirkprinzipien
 - b. Kreativitätstechniken
5. Entwurf:
 - a. Rapid Prototyping
 - b. Beispiel Drucksensor
 - c. Einführung CAD
 - d. Einführung FEM
6. Ausarbeitung:
 - a. Si-Mikromechanik
 - b. Maskendesign
 - c. Prozessplanung



d. spannende Bearbeitung
7. Umfeld der Konstruktion: Patentwesen

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Sechs benotete semesterbegleitende Einzel- und Gruppenaufgaben in der praktischen Übung Konstruktionsmethodik sowie eine benotete schriftliche Prüfung.

Literatur / Literature

- G. Pahl, W. Beitz, Konstruktionslehre - Methoden und Anwendung, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 4. Auflage, 1997.
- Ute von Reibnitz, Szenario-Technik - Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung, Gabler-Verlag, Wiesbaden, 2. Auflage, 1992.

Modul / Module**Integrierte Schaltungen**

Fachbereich: <i>Department</i>	Mikrosystemtechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Mikroelektronik
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. Y. Manoli	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Elektronik		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	5	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 V + 2 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (Vorlesung 30 h, Übung 30 h, Eigenarbeit 118 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

In dieser Vorlesung werden die grundlegenden Kenntnisse für den Entwurf von Integrierten Schaltungen vermittelt. Angefangen wird mit dem Herstellungsprozess und dem Layout-Entwurf integrierter MOS-Schaltungen, fortgesetzt wird mit der Dimensionierung integrierter Schaltungen unter Berücksichtigung des Leistungsverbrauchs und der Verzögerungszeiten. Verschiedene MOS Schaltungsfamilien, wie CMOS und pseudo-NMOS werden eingeführt. Mit Hilfe der Grundelemente werden komplexe Systeme aufgebaut. Mittels einer Hardwarebeschreibungssprache, mit der komplexe Funktionen integrierter Schaltungen beschrieben werden können, wird der Entwurf eines Mikroprozessors behandelt. Abschließend werden die verschiedenen Möglichkeiten zur Realisierung einer digitalen Logik vorgestellt.

Lehrinhalt / Content of teaching

- Halbleiter Herstellungsprozess
- Halbleiterbauelemente
- Schaltungstechnik
- Layout integrierter Schaltungen
- CMOS-Gatter
- Transmission Gates
- Familien dynamischer Logik
- Automaten
- Hardwarebeschreibungssprachen & Synthese
- Sequentielle Schaltungen
- Statische Timing Analyse
- Systemtechnik (Prozessoren)
- Speicher
- Programmierbare Logik
- Floorplanning



Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Klausur

Literatur / Literature

- J. M. Rabaey, A. P. Chandrakasan, B. Nikolic: Digital Integrated Circuits, Prentice-Hall.
- R. Jacob Baker, H. W. Li, D. E. Boyce: CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, IEEE Press Series on Microelectronic Systems, 1998.
- N. Weste and K. Eshraghian: Principles of CMOS VLSI Design; A Systems Perspective, Addison-Wesley, 2nd Ed., 1993.
- U. Tietze, C. Schenk: Halbleiter Schaltungstechnik, Springer.

Weitere Informationen / Further Information

Aufzeichnungen der letzten Vorlesungen sind verfügbar.

**Modul / Module****Bachelor-Arbeit**

Fachbereich: <i>Department</i>	Embedded Systems	Spezialbereich: <i>Special field</i>	nach Wahl
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Alle Dozenten	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Abschlussarbeit	Sprache: <i>Language</i>	deutsch/englisch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	laut Prüfungsordnung: Erreichen von mind. 110 ECTS-Punkten im Studiengang Embedded Systems		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	6	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	12
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	360 h/Semester		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden sind in der Lage innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus Wissenschaft und Forschung selbständig auf Grundlage der im Studiengang erzielten Qualifikationen zu bearbeiten. Sie zeigen anhand einer Präsentation das übergreifende Verständnis des erarbeiteten Themas. Sie können somit wissenschaftliche Themen der Forschung kurz und prägnant für ein Fachpublikum darstellen.

Lehrinhalt / Content of teaching

Die Masterarbeit kann in Kooperation mit einem Unternehmen erfolgen; die Themenstellung, wissenschaftliche Betreuung und Beurteilung obliegen einem Dozenten der Universität Freiburg.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Bearbeitung der gestellten Aufgabe; Schriftliche Ausarbeitung der wissenschaftlichen Arbeit, deren Ablauf und Ergebnisse unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen wissenschaftlichen Grundlagen; Abschlusspräsentation der Arbeit

Literatur / Literature

Abhängig von der Thematik.

Weitere Informationen / Further Information

Für nähere Informationen verfolgen Sie bitte die Aushänge sowie die Ankündigungen auf der Internetseite des Lehrstuhls bzw. die Mitteilungen per E-Mail.



Wahlpflichtbereich



Kursvorlesungen der Informatik

Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Kursvorlesung Algorithmentheorie
---	---

Fachbereich: <i>Department</i>	Informatik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. A. Souza	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	englisch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	Grundkenntnisse in Algorithmen und Datenstrukturen, wie sie in den Grundvorlesungen insbesondere Informatik II gelehrt werden.		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3 oder 5	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	3 V + 1 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (45 h Vorlesung, 15 h Übung, 120 h Eigenarbeit)		

Lernziele / Educational objectives

Studierenden sollen wichtige algorithmische Techniken kennen, anwenden und ggfs. an neue Bedürfnisse anpassen können. Sie sollen die Grundprinzipien des Algorithmenentwurfs beherrschen und in der Lage sein, auch komplexe Datenstrukturen zur Implementation von Algorithmen zu verwenden. Sie sollen die Mächtigkeit algorithmischer Entwurfsprinzipien, wie Randomisierung und Dynamische Programmierung, einschätzen können und anspruchsvolle Verfahren zur Analyse von nach solchen Prinzipien entworfenen Verfahren anwenden können.

Lehrinhalt / Content of teaching

The design and analysis of algorithms is fundamental to computer science. In this course, we will study efficient algorithms for a variety of very basic problems and, more generally, investigate advanced design and analysis techniques. Central topics are some algorithms and data structures which have not at all or not sufficiently extensive been discussed in the undergraduate course Informatik II. These include, but are not limited to: * Divide and conquer: geometrical divide and conquer, fast Fourier transform * Randomization: randomized quicksort, probabilistic primality testing, RSA, universal and perfect hashing * Amortized analysis: binomial queues, Fibonacci heaps, union-find data structures * Greedy procedures: shortest path, minimum spanning trees, bin packing problem, scheduling * Graph algorithms * Dynamic programming: matrix chain product problem, edit distance, longest common subsequence problem * String matching and text compression: Knuth-Morris-Pratt algorithm, Boyer-Moore algorithm, suffix trees, Huffman coding, Lempel-Ziv-Welch data compression algorithm The knowledge of algorithms and data structures described in chapters 1 to 6 of the book "Algorithmen und Datenstrukturen" by Th. Ottmann und P. Widmayer is a prerequisite for understanding the topics of this course.



Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Prüfung findet anhand einer Klausur statt, die sich thematisch stark an den Übungsblättern orientiert.

Literatur / Literature

- T. Corman, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein. Introduction to Algorithms. Second Edition. MIT Press, 2001.
- Th. Ottmann, P. Widmayer: Algorithmen und Datenstrukturen. 4. Auflage, Spektrum Verlag, Heidelberg, 2002
- Th. Ottmann: Prinzipien des Algorithmenentwurfs. Multimediales Buch mit Beiträgen von A. Brüggemann-Klein, J. Eckerle, A. Heinz, R. Klein, K. Mehlhorn, Th. Roos, S. Schuierer, P. Widmayer, Spektrum Akademischer Verlag, Bd. 244, Dezember 1997

Medienformen / Media types

Beamervortrag in der Vorlesung, Vortragsfolien und Übungsblätter werden auf der Internetseite der Veranstaltung bereitgestellt.

Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Kursvorlesung Softwaretechnik
---	--------------------------------------

Fachbereich: <i>Department</i>	Informatik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. Podelski, Prof. Thiemann	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	Informatik I – Einführung in die Programmierung und Informatik II – Algorithmen und Datenstrukturen sowie Fortgeschrittene Programmierung, Informatik III – Theoretische Informatik, Mathematik II für Studierende der Informatik, evtl. (gleichzeitige) Teilnahme am Softwarepraktikum (empfohlen)		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3 oder 5	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	3 V + 1 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Sommersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (45 h Vorlesung, 15 h Übung, 120 h Eigenarbeit)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studenten beherrschen grundlegende Modellierungstechniken und Konstruktionsprinzipien für Softwaresysteme. Sie sind in der Lage, diese Techniken im kleinen Rahmen anzuwenden und sich weiterführende Techniken selbst anzueignen. Sie haben an Beispielen formale Methoden selbst angewendet und können einschätzen, in welchen Situationen solche Methoden sinnvoll einzusetzen sind.

Lehrinhalt / Content of teaching

Diese Vorlesung vermittelt Kenntnisse in den fundamentalen Techniken in Software Engineering: Revision Control, Process Models, Requirements Analysis, Formal and Semiformal Modeling Techniques, Object Oriented Analysis, Object Oriented Design, Design Patterns, Testing.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Prüfung besteht aus einer zweistündigen Klausur.
Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur ist die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.

Literatur / Literature

- Balzert, H. Lehrbuch der Softwaretechnik, Bd. 1 + 2 (main source of the lecture)
- Jacobson, I. et al. Object Oriented Software-Engineering - A Use Case Driven Approach
- Davis, A. Software Requirements - Analysis and Specification



Medienformen / Media types
Beamervortrag in der Vorlesung, Vortragsfolien und Übungsblätter werden auf der Internetseite der Veranstaltung bereitgestellt



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Kursvorlesung Datenbanken und Informationssysteme
---	--

Fachbereich: <i>Department</i>	Informatik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. G. Lausen	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung und Praktikum	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Einführung in die Informatik, Systeme I, Algorithmen und Datenstrukturen		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3 oder 5	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 V + 1 Ü + 1 P	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/ Semester (30 h Vorlesung, 15 h Übung, 15 h Praktikum, 120 h Eigenarbeit)		

Lernziele / Educational objectives

Verständnis grundlegender Kenntnisse zu Datenbanken, Erlernen des Denkens auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen, Kennenlernen wesentlicher Konzepte des SQL-Standards, praktische Erfahrung in der Verwendung einer deklarativen, mengenorientierten Sprache für Datenbanken, die im Datenbankprojekt, bzw. im Datenbankpraktikum vertieft werden kann.

Lehrinhalt / Content of teaching

Grundlegende Konzepte, Theorien und Sprachen relationaler Datenbanken. Schwerpunkte sind Grundlagen von Anfragesprachen (Algebra und Kalkül), SQL-Standard, konzeptueller Datenbankentwurf (ERM und UML), XML, formaler Datenbankentwurf (funktionale Abhängigkeiten und Normalisierung), physischer Datenbankentwurf, Auswertung von Anfrageoperatoren und Transaktionsverwaltung.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Prüfung besteht aus einer Klausur. Zulassungsvoraussetzung zur Klausur ist die regelmäßige Teilnahme am begleitenden Praktikum.

Literatur / Literature

- G. Lausen: Datenbanken - Grundlagen und XML-Technologien, Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, 2005.
- A. Heuer, G. Saake: Datenbanken - Konzepte und Sprachen, International Thomson Publishing, 2. Auflage, 2000.
- A. Kemper, A. Eickler: Datenbanksysteme - Eine Einführung, Oldenbourg, 4. Auflage, 2001.
- G. Vossen: Datenmodelle, Datenbanksprachen und Datenbank-Management-Systeme, Oldenbourg, 4. Auflage, 2000.



Medienformen / Media types
Beamervortrag in der Vorlesung, Vortragsfolien und Übungsblätter werden auf der Internetseite der Veranstaltung bereitgestellt

Weitere Informationen / Further Information
Weitere Informationen sind im Vorlesungsverzeichnis enthalten.

Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Kursvorlesung Bildverarbeitung und Computergraphik
---	---

Fachbereich: <i>Department</i>	Informatik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. T. Brox, Prof. M. Teschner	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch oder englisch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Kenntnisse der linearen Algebra und der Stochastik		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3 oder 5	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	3 V + 1 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (45 h Vorlesung, 15 h Übung, 120 h Eigenarbeit)		

Lernziele / Educational objectives

Den Studierenden werden die Grundlagen der Mustererkennung vermittelt. Angefangen bei der Merkmalsauswahl bis hin zum Klassifikatorentwurf, soll der Student oder die Studentin am Ende in die Lage versetzt werden einen vollständigen Entwurf einer Mustererkennungsaufgabe eigenständig durchzuführen. Selbständig zu lösende Übungsaufgaben einschließlich Programmieraufgaben dienen dazu, den Stoff praktisch zu vertiefen.

Lehrinhalt / Content of teaching

Zunächst wird einleitend die Mustererkennung in die allgemeine Schätztheorie eingebettet und die wichtigsten Anwendungsgebiete werden diskutiert. Es folgen die Grundlagen der Mustererkennung mit der Erläuterung von Äquivalenzklassen, der lageinvarianten Merkmalsgewinnung sowie Eigenschaften wie Vollständigkeit und Separierbarkeit. In dem darauf folgenden Kapitel werden schnelle nichtlineare Algorithmen zur translationsinvarianten Klassifikation von Graubildern behandelt. Danach werden für Konturbilder ähnlichkeits- und affininvariante Merkmale hergeleitet und diese sogenannten Fourierdeskriptoren in ihren Abbildungseigenschaften und ihrer mathematischen Berechnungskomplexität untersucht. Der letzte Abschnitt behandelt den optimalen Entwurf von Klassifikatoren. Dabei wird sowohl der parametrische stochastische Ansatz (Bayes-Klassifikator) betrachtet wie auch die Herangehensweise über die Funktionsapproximation (Polynomiale Regression, Neuronale Netze, Supportvektormaschine).

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Prüfung besteht aus einer Klausur. Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen ist Voraussetzung zur Teilnahme an der Abschlussklausur.



Literatur / Literature

1. H. Burkhardt, Transformationen zur lageinvarianten Merkmalgewinnung, VDI-Verlag, 1979
2. H. Schluz-Mirbach, Anwendung von Invarianzprinzipien zur Merkmalgewinnung in der Mustererkennung, Dissertation, TU Hamburg-Harburg, Feb. 1995, Reihe 10, Nr. 372, VDI-Verlag
3. S.Theodoridis und K. Koutroumbas, Pattern Recognition, Academic Press 1999
4. R.O. Duda, P.E. Hart und D.G. Stork, Pattern Classification (Second Edition), J.Wiley 2001
5. H.Niemann, Klassifikation von Mustern, Springer, 1983
6. J.Schürmann, Polynomklassifikatoren für die Zeichenerkennung, Oldenbourg Verlag, 1977
7. J.Schürmann, Pattern Classification, J.Wiley, 1996
8. W. I. Smirnov, Lehrgang der höheren Mathematik, Bd. II, Harri Deutsch, 1995
9. R.C. Gonzalez und R.E. Woods, Digital Image Processing, Addison-Wesley , 1993
10. C.M. Bishop, Neural Networks for Pattern Classification, Clarendon Press, Oxford, 1995

Medienformen / Media types

Beamervortrag in der Vorlesung, Vortragsfolien werden im Internet bereitgestellt

Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Kursvorlesung Rechnerarchitektur
---	---

Fachbereich: <i>Department</i>	Informatik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. B. Becker	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Technische Informatik		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	4 oder 6	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	3 V + 1 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Sommersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (45 h Vorlesung, 15 h Übung, 120 h Eigenarbeit)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden sollen einerseits die notwendigen Schritte zum Entwurf von digitalen Systemen kennen lernen. Darüber hinaus erwerben sie Kenntnisse über mögliche Architekturen eines Rechners. Es soll ein vertieftes Verständnis der Methoden zur Modellierung und Validierung/Verifikation solcher Systeme und der darauf aufbauenden Optimierungsverfahren erzielt werden. Die Studierenden können die spezifischen Restriktionen, die sich durch die physikalischen Gesetze technischer Systeme ergeben, einschätzen und lernen, diese gezielt in den Entwurfsprozess einzubeziehen. Schließlich sollen sie verstehen, wie sich die Restriktionen, die sich aus der Digitaltechnik und den spezifischen Rechnerarchitekturen ergeben, auf höhere Abstraktionsebenen, insbesondere die der Softwaretechnik, auswirken.

Lehrinhalt / Content of teaching

Es wird eine Einführung in grundlegende Fragen, Methoden und Techniken des Rechnerentwurfs sowie der Rechnerarchitektur vermittelt. Dabei sind z.B. folgende Themenkreise von Interesse: Integrierte Schaltkreise, Entwurf, Testproblematik, Maschinensprachen, Rechnerarithmetik, Datenpfad und Kontrolle, Pipelining, Speicherhierarchie, Prozesse, Interrupts, Interfaces, Parallelrechner.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Kriterien zum Bestehen der Teilprüfung "Rechnerarchitektur" im Rahmen der Master- und Bachelorprüfung: siehe <http://ira.informatik.uni-freiburg.de/src/teaching.php>

Literatur / Literature

- J.Teich: Digitale Hardware/Software-Systeme, Springer Verlag, 1997.
- Becker, Bernd and Drechsler, Rolf and Molitor, Paul, „Technische Informatik – Eine Einführung“, Pearson Studium.
- Tanenbaum: Structured Computer Organization, Prentice Hall, 3rd Edition, 1990.
- D.A. Patterson, J.L.Hennessy: Computer Organization and Design, The



Hardware/Software Interface, Morgan Kaufmann, 1994.

Medienformen / Media types

Beamervortrag in der Vorlesung, Vortragsfolien und Übungsblätter werden auf der Internetseite der Veranstaltung bereitgestellt

Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Kursvorlesung Künstliche Intelligenz / Artificial Intelligence
---	---

Fachbereich: <i>Department</i>	Informatik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. B. Nebel, Prof. M. Riedmiller, Prof. W. Burgard	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	Deutsch/englisch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Kenntnisse aus dem Grundstudium		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	4 oder 6	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	3 V + 1 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Sommersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (45 h Vorlesung, 15 h Übung, 120 h Eigenarbeit)		

Lernziele / Educational objectives

Ziel ist es, den Studierenden einen Überblick über die verschiedenen Techniken der Künstlichen Intelligenz zu vermitteln.

Lehrinhalt / Content of teaching

Es wird eine Einführung in die grundlegenden Sichtweisen, Probleme, Methoden und Techniken der Künstlichen Intelligenz vermittelt. Es werden u.a. folgende Themen behandelt:

- Einführung und historische Entwicklung der KI
- der Agentenbegriff in der KI
- Problemlösen und Suche
- Logik und Repräsentation
- Handlungsplanung
- Darstellung und Verarbeitung unsicheren Wissens
- Maschinelles Lernen

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Prüfung besteht aus einer Klausur.

Literatur / Literature

- Artificial Intelligence: A modern approach, Stuart Russel and Peter Norvig, Prentice Hall, 2003.

Medienformen / Media types

Beamervortrag in der Vorlesung, Vortragsfolien und Übungsblätter werden auf der Internetseite der Veranstaltung bereitgestellt.

Spezialvorlesungen Informatik

Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Spezialvorlesungen – Themen aus den einzelnen Arbeitsgebieten
---	--

Fachbereich: <i>Department</i>	Informatik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	frei wählbar
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Dozenten der Informatik	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch oder englisch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	Kursvorlesung des betreffenden Gebiets (empfohlen)		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	5 oder 6	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	4	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Semester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester		

Lernziele / Educational objectives

In den Spezialvorlesungen erlangen die Studierenden vertiefte Kenntnisse in spezifischen Themengebieten aus den Forschungs- und Schwerpunktbereichen der Informatik an der Universität Freiburg.

Lehrinhalt / Content of teaching

Spezielle Themen aus den einzelnen Arbeitsbereiche

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Prüfungsleistung besteht aus einer mündlichen Prüfung

Literatur / Literature

Wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

Medienformen / Media types

i.d.R. Beamer- oder Tafelvortrag



Wahlpflichtveranstaltungen aus der Mikrosystemtechnik

Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Elektronik
---	-------------------

Fachbereich: <i>Department</i>	Elektrotechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Elektronische Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. Y. Manoli	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Praktikum	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Elektrotechnik I, Experimentalphysik II		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3 oder 5	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	9
SWS: <i>Semester week hours</i>	3 V + 3 P	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	270 h/Semester (Vorlesung 45 h, praktische Übung 45 h, Eigenarbeit 178 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden erlangen ein grundlegendes Verständnis elektronischer Bauelemente. Außerdem erlernen sie Methoden zur Analyse und selbstständigen Auslegung fundamentaler Schaltungen. Die Studenten können das Erlernte sowohl in der analogen als auch in der digitalen Schaltungstechnik anwenden. Hierdurch sind sie in der Lage, einfach funktionale Einheiten wie Operationsverstärker und kombinatorische Schaltungen zu entwerfen und einfache sequentielle Schaltungen selbstständig zu synthetisieren.

Lehrinhalt / Content of teaching

Nach Einführung diverser Halbleiterbauelemente (u.a. Dioden, Bipolar- und MOS-Transistoren, Operationsverstärker) folgt die Behandlung vorwiegend analoger Grundschaltungen. Einen zweiten Schwerpunkt bildet der Bereich Digitaltechnik. Hierbei werden kombinatorische und sequentielle Schaltungen vorwiegend auf Gatterebene betrachtet.

Folgende Themen werden behandelt:

1. Grundlagen
2. Halbleiterdiode
3. Bipolar Transistor
4. MOS Transistor
5. Operationsverstärker
6. Einführung in die Digitaltechnik
7. Grundgatter & Schaltungsfamilien
8. Digitale elektrische Systeme
9. Sequentielle Schaltungen



Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Schriftliche Prüfung als Prüfungsleistung, Praktische Übung ist Studienleistung.

Zulassungsvoraussetzung zur Klausur "Elektronik":
erfolgreiche Teilnahme an den praktischen Übungen "Elektronik".

Literatur / Literature

- A. Sedra/ K. Smith: Microelectronic Circuits. Oxford University Press, 1997.
- E. Hering / K. Bressler/ J. Gutekunst: Elektronik für Ingenieure. Springer-Verlag, 2001.
- K. Beuth: Grundsaltungen. Vogel-Verlag, 2003.
- R. Spencer / M. S. Ghausi: Introduction to Electronic Circuit Design. Prentice Hall, 2003.
- K. Urbanski / R. Woitowitz: Digitaltechnik. Springer-Verlag, 2000.
- K. Beuth: Digitaltechnik. Vogel-Verlag, 2003.
- U. Tietze / Ch. Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik. Springer-Verlag, 2002.
- J. Borgmeyer: Grundlagen der Digitaltechnik. Carl Hanser Verlag, 2001.
- L. Borucki: Digitaltechnik. B.G. Teubner, 1989.

Weitere Informationen / Further Information

Falls Sie organisatorische Fragen zur Vorlesung Elektronik oder zum Praktikum haben sollten, senden Sie Ihre Anfragen bitte direkt an Michael Maurer (Michael.Maurer@imtek.uni-freiburg.de).



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Stochastik
---	-------------------

Fachbereich: <i>Department</i>	Mathematik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Pflichtbereich Mathematik
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. E. Eberlein	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	Mathematik I und II		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	4 oder 6	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 V + 2 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Sommersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (30 h Vorlesung, 30 h Übung, 120 h Eigenarbeit)		

Lernziele / Educational objectives

Lernziel ist der Erwerb grundlegender Kenntnisse und Fertigkeiten in der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik

Lehrinhalt / Content of teaching

Dies ist eine Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik ohne Maßtheorie. In dieser Veranstaltung werden die Denk- und Schlussweisen, die für die mathematische Behandlung von Zufallserscheinungen typisch sind, entwickelt. Begriffe wie Zufallsgröße, Verteilungen von Zufallsgrößen, Erwartungswert und Varianz werden für diskrete Wahrscheinlichkeitsräume diskutiert. Vieles wird an Hand von Beispielen und kleinen Rechenproblemen erklärt. Die Vorgehensweise ist am Anfang meist kombinatorischer Natur. Im weiteren Verlauf kommen dann immer mehr analytische Überlegungen hinzu. Die Grundbegriffe der Statistik werden ebenso entwickelt, wie die Erzeugung von Zufallszahlen und die Grundlagen der Informationstheorie.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Studienleistungen: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Falls zu Beginn der Lehrveranstaltung keine andere Regelung mitgeteilt wird, sind mindestens 50% der für die Übungsaufgaben vergebenen Punkte zu erreichen. Ferner wird die regelmäßige Teilnahme an den Übungen bei höchstens zweimaligem Fehlen gefordert.

Prüfungsleistung: Klausur

Literatur / Literature

- Dümbgen, L.: Stochastik für Informatiker, Springer 2003.
- Kersting, G., Wakolbinger A.: Elementare Stochastik, Birkhäuser 2008.
- Pitman, J.: Probability, Springer 1993.



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Mikrocomputertechnik
---	-----------------------------

Fachbereich: <i>Department</i>	Mikrosystemtechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Weiterführende Elektronik
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. L. Reindl	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Praktikum	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Elektronik		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	4 oder 6	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 V + 3 P	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Sommersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (Vorlesung 30 h, Übung 45 h, Eigenarbeit 103 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Teilnehmer der Veranstaltung sind mit dem Aufbau und der Funktionsweise von Mikrocomputern vertraut. Des Weiteren haben sie einen umfassenden Überblick über Rechnerstrukturen, Speicher und Speicherverwaltung. Sie haben Kenntnis gängiger Informationsdarstellung und beherrschen die Computerarithmetik. Die Grundlagen der Assemblerprogrammierung sind erarbeitet. Darüber hinaus sind Bussysteme, Bustopologien sowie deren Beschreibung nach dem Schichtenmodell bekannt. Die Teilnehmer sind in der Lage eine applikationsspezifische Auswahl einer Rechnerstruktur zu treffen und sie haben grundlegende Kenntnis über das Testen von Computersystemen.

Lehrinhalt / Content of teaching

1. Grundlagen Definitionen, Informationsdarstellung Computerarithmetik
2. Aufbau von Mikrocomputern RISC, CISC, Harvard, v. Neumann Mikroprozessoren, Mikrocontroller, Komponenten
3. Einführung in die Programmierung Flussdiagramm, Struktogramm Maschinennahe Sprachen, Graphische Programmierung
4. Verbindungs- und Systemstrukturen Topologien Busse, Arbitration Beispiele
5. Speicher und Speicherorganisation Hardware-Aufbau Spezialspeicher Cache-Speicher Virtuelle Speicher und Speicherverwaltung
6. Ein-Ausgabeorganisation und Peripherie Ein-Ausgabeorganisation Schnittstellen Polling, Interrupt, DMA ADU/DAU
7. Leistungsbewertung von Mikrorechnern.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Schriftliche Prüfung (Klausur): 100 % Voraussetzung zur Teilnahme an der schriftlichen Prüfung ist die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum Mikrocomputertechnik.

Literatur / Literature

- Microcontrollers and Microcomputers: Principles of Software and Hardware, Fredrick M. Cady, Oxford University Press, 1997



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	MST Technologien und Prozesse
---	--------------------------------------

Fachbereich: <i>Department</i>	Mikrosystemtechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	MST Grundlagen
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. R. Zengerle	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Mathematisch-naturwissenschaftliche Schulbildung		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	5	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	6
SWS: <i>Semester week hours</i>	4 V	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	180 h/Semester (Vorlesung 60 h, Eigenarbeit 118 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Vorlesung "MST Technologien & Prozesse" lehrt den Studenten der Mikrosystemtechnik die verschiedenen, grundlegenden Verfahren auf deren Basis komplexe Mikrobauteile realisiert werden können.

Lehrinhalt / Content of teaching

Die Veranstaltung startet mit einer kurzen Einführung in die Materialeigenschaften von Silizium sowie einer Einführung in die Reinraum- und Vakuumtechnik. Darauf aufbauend werden elementare Dünnschichtprozesse wie Oxidation, Dotierung, Physical Vapor Deposition (PVD) und Chemical Vapor Deposition (CVD) behandelt. Diese Standardprozesse der Mikrosystemtechnik werden ergänzt um die ausführliche Diskussion der Lithographie sowie der Ätzverfahren zur Strukturierung von Silizium.

Im Anschluss daran wird den Studenten aufgezeigt, wie sich durch Verkettung dieser elementaren Prozesse komplexe, mikrosystemtechnische Bauelemente herstellen lassen. Als erste Technologiegruppe wird hierzu die Oberflächenmikromechanik (OMM) betrachtet. Anhand der konkreten Herstellung von Beschleunigungs- und Drehratensensoren werden Rahmenbedingungen und Designregeln für die Oberflächenmikromechanik erarbeitet. Dabei werden insbesondere der von der Firma Bosch angebotene OMM Foundry Service sowie der MUMPs Foundry Service im Detail behandelt.

Ergänzend zu der Oberflächenmikromechanik werden nun die Technologiegruppen BULK-Mikromechanik sowie LIGA Technik besprochen. Einen zentralen Stellenwert nimmt die Einführung in die Aufbau- und Verbindungstechnik mit den Schwerpunkten Waferbonden, Chipmontagetechniken und Hybrid-Integration ein. Ergänzend dazu werden die Grundideen einer modularen Mikrosystemtechnik (MST-Baukasten) präsentiert und diskutiert.

Im Anschluss daran werden die Kostenstrukturen bei der Herstellung von Mikrosystemtechnik Bauelementen für die Technologiegruppen Oberflächenmikromechanik und BULK-Mikromechanik sowie der LIGA Technik betrachtet. Diese werden mit den Kostenstrukturen von alternativen Mikrostrukturierungsverfahren wie dem Mikrospritzgießen, dem Heißprägen oder der Laserbearbeitung verglichen. Mit dem erworbenen Wissen sollen die Studenten in die Lage versetzt werden auf der Basis gegebener, technischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen die optimale Technologie für die Realisierung mikrosystemtechnischer Produkte ableiten zu können.

Die Vorlesung endet mit einer ausführlichen Diskussion konkreter Fallbeispiele



mikrosystemtechnischer Entwicklungen. Als Beispiele werden ein "Elektronischer Füller", das "Retina Implantat" sowie die "TopSpot - Geräteplattform" zur Massenfabrikation von BioChips besprochen.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Klausur am Ende der Vorlesung. Die Klausur wurde als Orientierungsprüfung gewählt, weil hierdurch frühzeitig eine Überprüfung der Neigungen und Fähigkeiten im gewählten Studienfach Mikrosystemtechnik erfolgt.

Literatur / Literature

Begleitend zur Vorlesung wird ein Skriptum zur Verfügung gestellt und regelmäßig aktualisiert.



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Praktische Übungen Chemie
---	----------------------------------

Fachbereich: <i>Department</i>	Chemie	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Weiterführende Chemie
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. J. Rühle	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Praktikum	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Allgemeine und anorganische Chemie		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3 oder 5	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	3
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 P	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	90 h/Semester (Praktikum 30 h, Eigenarbeit 49 h, Kompetenznachweis 11 h)		

Lernziele / Educational objectives

Ziele des Praktikums

- Erlernen der Grundoperationen der präparativen Chemie
- Reinigen von organischen Verbindungen, z.B. Destillation, Umkristallisation, Chromatographie
- Praktische Durchführung von Methoden zur Charakterisierung organischer Verbindungen
- Erwerb von Grundkenntnissen des korrekten Umgangs mit Chemikalien und Gefahrstoffe

Lehrinhalt / Content of teaching

Das Praktikum besteht aus elf Experimenten bei denen die Studierenden grundlegende Arbeitsweisen des synthetisch arbeitenden Chemikers kennen lernen:

- Chromatographie
- Ethersynthese: 4-Allyloxybenzphenon
- Säurechloride: Synthese eines Fruchtesters
- Reduktion: Synthese eines Alkohols durch Reduktion eines Ketons
- Synthese eines Farbstoffs: Indigo
- Addition an Doppelbindungen: Radikalische Polymerisation von Styrol
- Reaktionen am Aromaten: Bromtoluol
- Metallorganische Synthese: Grignard-Reaktion
- [4+2]-Cycloaddition nach Diels-Alder
- C,C-Verknüpfungsreaktionen: Aldolkondensation
- C,C-Verknüpfungsreaktionen: Alkylierung von Malonester

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Gesamtnote, gebildet aus Ergebnissen von Lerngesprächen vor Versuchsbeginn, der Mitarbeit im Labor und den Protokollen.



Literatur / Literature
Es wird ein Skript und eine CD zur Verfügung gestellt. Beide Medien bieten auch Hinweise auf geeignete Lehrbücher.

Weitere Informationen / Further Information
Homepage: http://www.imtek.de/cpi/pr-orgchem.php



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Produktionstechniken
---	-----------------------------

Fachbereich: <i>Department</i>	Mikrosystemtechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Erweiterte MST
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. H. Reinecke	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: MST Technologien und Prozesse		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3 oder 5	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	3
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 V	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	90 h/Semester (Vorlesung 30 h, Eigenarbeit 58 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Das Ziel der Vorlesung ist der Erwerb von vertieftem Prozess- und Produktionswissen im Bereich der Bearbeitung von Polymeren und Metallen. Die technologischen Kenntnisse sollen von den Studierenden durch Grundkenntnisse im Bereich der betriebswirtschaftlichen Zusammenhänge, des ganzheitlichen Qualitätsmanagements und der Personalführung in einen gesamtbetrieblichen Zusammenhang gebracht werden können.

Lehrinhalt / Content of teaching

- Hintergrund - Bedeutung der Produktion
- Betriebswirtschaftliches Basiswissen
- Mitarbeiterführung
- Qualitätsmanagementsystem, FMEA (QM-System)
- Produktionslogistik (6-Sigma-System, PDCA-Kreis, Kaizen, One-Piece-Flow-System)
- Metallbearbeitungsverfahren
- Drehen, Fräsen
- Erodieren
- Elektrochemische Bearbeitung
- Galvanik
- Replikationsverfahren
- Spritzgiessen
- Heißprägen
- Thermoformen
- Prozessketten inkl. In-Prozess-Prüfungen, Bauteilprüfung

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Klausur

Literatur / Literature

Skriptum, dort ist weitere Literatur angegeben.



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Biomaterialien
---	-----------------------

Fachbereich: <i>Department</i>	Mikrosystemtechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Bio-MST
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. T. Stieglitz	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Mathematisch-naturwissenschaftliche Schulbildung		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3 oder 5	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	3
SWS: <i>Semester week hours</i>	1 V + 1 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	90 h/Semester (Vorlesung 15 h, Übung 15 h, Eigenarbeit 58 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Die Studierenden besitzen sowohl die biologischen als auch die physikochemischen und technischen Kenntnisse über grundlegende Mechanismen an der Material-Gewebe-Schnittstelle bei der Verwendung von Biomaterialien. Sie verstehen grundlegende biologische Mechanismen in der Theorie, und kennen die grundlegenden Materialklassen von Biomaterialien.

Nach der LVA haben die Studenten der Mikrosystemtechnik ein grundlegendes Verständnis der Reaktionen des Körpers beim Einbringen eines Fremdkörpers in den Organismus. Die Vorlesung bildet somit die theoretische Basis für das Verstehen der Interaktion von technischen Systemen mit dem lebenden Organismus für das weitere Studium. Mit den Übungen wird ein vertieftes Wissen erworben, das insbesondere die Anwendungskompetenz und die Fähigkeit zum Transfer des erworbenen Wissens umfasst.

Lehrinhalt / Content of teaching

Die LVA stellt Definitionen zur Beschreibung und Prüfung von Biomaterialien vor. Sie vermittelt Aufbau und Anwendungen von verschiedenen Biomaterialien. Anhand von ausgewählten Beispielen werden Hinweise zur Konstruktion von Implantaten gegeben und Gebrauchseigenschaften von Biomaterialien diskutiert. Im einzelnen gliedert sie sich in die folgenden Themen auf:

Grundlagen:

- Definitionen und Eigenschaften: Biomaterialien, Biokompatibilität, Biofunktionalität
- Grundlagen zum biologischen System
- Grundlegende Mechanismen an der Material-Gewebe-Schnittstelle
- Einteilung der Biomaterialien bezüglich Gewebereaktion und Materialklassen

Prüfverfahren

- Prüfverfahren zur Charakterisierung von Biomaterialien
- Biokompatibilitätsprüfung
- Evaluation von Biomaterialien

Ausgewählte Materialklassen für Biomaterialien



- Metalle
- Keramische Werkstoffe
- Polymere
- Verbundwerkstoffe
- Bioresorbierbare Werkstoffe

Ausgewählte Implantate

- Stents
- Gelenk-Endoprothesen
- Bandscheibenersatz
- Osteosynthesysteme
- Zahnimplantate
- Intraokularlinsen

Abschließend werden die Themen zusammengefasst um die Prüfungsvorbereitung zu erleichtern.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Endnote der Veranstaltung wird wie folgt berechnet:

- 80% Klausur
- 20% Übungen

Literatur / Literature

Begleitend zur Vorlesung wird ein Skriptum zur Verfügung gestellt und regelmäßig aktualisiert.

Weiterführende Literatur:

- Erich Wintermantel, Suk-Woo Ha (Hrsg.): Biokompatible Werkstoffe und Bauweisen. 3. Auflage, Berlin, Heidelberg: Springer, 2002.
(Die 4. Auflage kann auch benutzt werden, geht allerdings weit über den Fokus der LVA hinaus)



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Biologie für Ingenieure / Biology for Engineers
---	--

Fachbereich: <i>Department</i>	Mikrosystemtechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Erweiterte Biologie
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. U. Egert	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung	Sprache: <i>Language</i>	englisch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	keine		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3 oder 5	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	3
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 V	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	90 h/Semester (Vorlesung 30 h, Eigenarbeit 58 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

The aim of this lecture is to convey an understanding of fundamental biomedical concepts, processes and structures that define or influence the function of technical components in biomedical applications.

Lehrinhalt / Content of teaching

The lecture series conveys the foundations of various biological processes and structures with the aim to describe the context of the measurement of signals and the application of microsystems in biology and medicine. We emphasize processes that

- influence the generation and properties of signals measurable with microsystems, e.g. clinically relevant key molecules, electrical signals in muscular and nervous systems, oxygenation of blood, etc.
- influence the usability of MST components, such as sensors and implants, e.g. due to corrosion, tissue responses, encapsulation, changes of measuring conditions, etc.
- are relevant for typical fields of application of MST components, e.g. implantable sensors, prostheses, neurotechnology, etc.

In the course of the lectures we will present a rather broad overview, with a certain bias towards electrical biological signals. Necessarily, the depth by which we can treat these topics needs to be limited.

Main topics are:

- fundamental concepts underlying biological tissues and their functions
- cellular structure and growth, metabolism, cellular differentiation and specialization
- basics of genetics
- functional systems of the human body
- biophysics of electrical potentials
- neuronal networks and their signals
- sensory systems
- foundations of learning and memory
- energy metabolism and excretion
- respiration
- cardiovascular system



Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Klausur , 90 min

Literatur / Literature

Derzeit ist kein adäquates Lehrbuch verfügbar. Die Materialien werden aus mehreren Lehrbüchern zusammengestellt. Der überwiegende Bereich wird jedoch in folgendem Buch abgedeckt:

- Johnson: Human Biology, Pearson Verlag 2009.

Weitere Informationen / Further Information

Die Vorlesung wird bei Bedarf auf Englisch gehalten. Die Klausuren können auf Englisch oder Deutsch geschrieben werden.



Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Qualitätsmanagement
---	----------------------------

Fachbereich: <i>Department</i>	Mikrosystemtechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	Materialwissenschaften
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. J. Wilde	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung mit Übung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	empfohlen: Grundlagen der Statistik		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	3 oder 5	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	3
SWS: <i>Semester week hours</i>	1 V + 1 Ü	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Wintersemester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	90 h/Semester (Vorlesung 15 h, Übung 15 h, Eigenarbeit 58 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

Mikrosysteme müssen ebenso wie alle anderen auf den Markt gebrachten Produkte die von Gesetzgebung, Normung und Marktgepflogenheiten vorgegebenen Anforderungen einhalten. Dabei sind drei wesentliche Aspekte zu betrachten:

- Die Qualität betrifft die Frage ob und mit welchem Erfüllungsgrad ein Produkt die spezifizierten oder vom Kunden erwarteten Eigenschaften aufweist.
- Der technische Begriff der Zuverlässigkeit beschreibt mit quantitativen Kenn-ziffern, in wie weit die Funktion und die Leistungsmerkmale über den Einsatzzeitraum aufrechterhalten werden.
- Das Themenfeld der Sicherheit behandelt darüber hinausgehend die Risiken und Folgen der Nichteinhaltung einer Spezifikationen für die Anwendung oder den Kunden sowie Methoden der Risikoanalyse und des Risikomanagements.

Insgesamt ist die Aufgabe, qualitätsgerechte, zuverlässige und sichere Mikrosysteme auf den Markt zu bringen, äußerst komplex. Ihre Beherrschung macht aber den Unterschied zwischen „Basterei“ und professioneller Produktgenerierung aus. Mit der Vorlesung „Qualitätsmanagement“ soll das Thema strukturiert und in logisch abgeschlossene Teilgebiete gegliedert werden. Dabei sollen den Studierenden praxisrelevante Werkzeuge gegeben werden, um neue Technologien der MST erfolgreich in Produkte überleiten zu können. Darüber hinaus sind das Verständnis, warum bestimmte Strategien und Methoden angewendet werden, und die theoretischen Grundlagen notwendig, um über die reine „Kochbuchlehre“ hinauszugehen.

Lehrinhalt / Content of teaching

In einem einleitenden Block werden Begriffe geklärt und typische industrielle Abläufe deutlich gemacht. Hierbei wird insbesondere auf die Qualifikationsstufen von Technologien, Fertigungsprozessen und Produkten eingegangen. Auch werden typische Fehlerwahrscheinlichkeiten angegeben. Ein wesentlicher Block geht auf die ISO 900X, die zentrale Norm, für Qualitätsmanagementsysteme ein.

Im entwicklungsbezogenen Block der Lehrveranstaltung werden insbesondere theoretische Methoden der quantitativen und qualitativen Risikoanalyse wie die FTA und FMEA dargestellt, die auch für die Medizintechnik von großer Bedeutung sind.



Die Kapitel zum Qualitätsmanagement in der Produktion umfassen SPC an Prozessen und Maschinen, um Produkte mit genau definierten Qualitätsmerkmalen zu erzeugen. Die zerstörungsfreien (zfP) und automatisierten Prüfverfahren dienen dagegen der Risikominimierung, indem Produkte mit verdeckten Fehlern detektiert werden.

Die Durchführung technischer Prüfungen mit Tests ist ein unabdingbarer Bestandteil der Qualifikationsprozesse in der Elektronik. So werden MEMS für Kfz erst nach umfangreichen Tests freigegeben. Ziel der Vorlesung ist es, elektronikrelevante Testverfahren für Funktion, Zuverlässigkeit und Lebensdauer darzustellen. Die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ist ein ideales Beispiel zur Darstellung eines Qualifikationsverfahrens unter Berücksichtigung formaler Aspekte und experimenteller Überprüfungen. Darüber werden Prüfstrategien, Kriterien zur Testauswahl, Methoden zur Versuchsplanung und statistischen Auswertung dargestellt werden.

Insgesamt soll die Vorlesung damit eine zeitgemäße Methodik zu Design und Herstellung von Mikrosystemen mit hoher Qualität, Zuverlässigkeit und Fehlerfreiheit vermitteln.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Klausur, 2 h im Prüfungszeitraum

Literatur / Literature

- Skript; dieses enthält eine Reihe von Literaturangaben.
- Masing, Handbuch Qualitätsmanagement, Hanser Verlag 2007.

Weitere Informationen / Further Information

Aufzeichnungen der letzten Vorlesungen sind verfügbar.



Concentrations Mikrosystemtechnik/ Microsystems Engineering

Teilmodul/Veranstaltung: <i>Module part</i>	Concentrations-Modul – Themen aus den einzelnen Arbeitsgebieten
---	--

Fachbereich: <i>Department</i>	Mikrosystemtechnik	Spezialbereich: <i>Special field</i>	frei wählbar
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Dozenten der Mikrosystemtechnik	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Vorlesung	Sprache: <i>Language</i>	deutsch oder englisch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	keine		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	5 oder 6	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	3-6
SWS: <i>Semester week hours</i>	i.d.R. 2 V	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Semester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	90 h/Semester		

Lernziele / Educational objectives

In den Spezialvorlesungen erlangen die Studierenden vertiefte Kenntnisse in spezifischen Themengebieten aus den Forschungs- und Schwerpunktbereichen des Instituts für Mikrosystemtechnik.

Lehrinhalt / Content of teaching

Spezielle Veranstaltungen aus den folgenden Schwerpunktbereichen sind wählbar:

- Circuits and Systems
- Design and Simulation
- Life Science: Biomedical Engineering
- Life Science: Lab-on-a-chip
- Materials
- MEMS Processing
- Sensors and Actuators

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Prüfungsleistung besteht aus einer mündlichen Prüfung oder einer schriftlichen Klausur.

Literatur / Literature

Wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

Weitere Informationen / Further Information

Detaillierte Informationen zu den Concentrations-Vorlesungen entnehmen Sie bitte dem Modulhandbuch der Concentrations-Module unter <http://www.tf.uni-freiburg.de/studium/modulhandbuecher> → Concentrations in den Masterstudiengängen Mikrosystemtechnik und Microsystems Engineering



Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK)



Integrative Berufsfeldorientierte Kompetenzen

Modul / Module			
ESE-Projekt			
Fachbereich: Department	Embedded Systems	Spezialbereich: Special field	BOK integrativ
Modulverantwortlicher: Responsible person	ESE-Dozenten	Modultyp: Module Type	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: Type of course	Projekt	Sprache: Language	deutsch
Voraussetzungen: Preconditions	empfohlen: Gute Kenntnisse im Programmieren, im Bereich Softwaretechnik sowie Hardware eingebetteter Systeme. Vertrautheit mit der Nutzung von SW Entwicklungs-umgebungen, Programmbibliotheken und Dokumentations-systemen. Vertiefte Kenntnisse im jeweiligen Sachgebiet des Projektes.		
Semester lt Studienplan: Term	5	ECTS-Punkte: ECTS-points	5
Arbeitsaufwand: Workload	150 h/ Semester (Eigenarbeit 149 h, Kompetenznachweis 1 h)		
Lernziele / Educational objectives			
Die Mitglieder des Teams sind in der Lage ein Problem aus dem Bereich eingebetteter Systeme selbständig nach wissenschaftlichen Methoden zu lösen und die Ergebnisse sachgerecht darzustellen. Insbesondere weisen die Mitglieder des Teams ihre Fähigkeit zur Zusammenarbeit und erfolgreichen Organisation, Durchführung und Präsentation eines gemeinsamen Projekts nach. Sie sind in der Lage sind, die für das Projekt relevante wissenschaftliche Literatur zu recherchieren, aufzuarbeiten und zu nutzen.			
Lehrinhalt / Content of teaching			
Eine aus dem Bereich eingebetteter Systeme kommende wissenschaftliche Fragestellung ist im Teamprojekt zu lösen. Vorzugsweise werden solche Fragen bearbeitet, die einen unmittelbaren Bezug zu (von in der Regel über Drittmittel finanzierten) definierten Forschungsprojekten haben. Welche Forschungsprojekte die Dozenten aktuell durchführen, kann dem Personalhandbuch entnommen werden. Im Teamprojekt bearbeiten Studierende selbständig und in Eigenverantwortung eine von ihnen entwickelte theoretische oder praktische Forschungsfrage und präsentieren ihre Ergebnisse mündlich und schriftlich. Zu einem Team gehören in der Regel mindestens zwei und maximal fünf Studierende. Das Team wählt unter den Dozenten der Fakultät eine Betreuerin oder einen Betreuer für sein Teamprojekt und legt in Abstimmung mit ihr oder ihm die Forschungsfrage fest. Betreut wird das Projekt von einem Dozenten und Mitarbeitern dieses Gebietes.			
Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements			
Mündlicher Vortrag und schriftliche Ausarbeitung. Der als Prüfungsleistung zu bewertende Beitrag der einzelnen Teammitglieder zum Projekt muss aufgrund eines individuellen mündlichen Beitrags bei der Präsentation des Projekts sowie bei der schriftlichen Ausarbeitung aufgrund der Angabe von Abschnitten, Seitenzahlen oder anderen objektiven			



Kriterien, die eine eindeutige Abgrenzung ermöglichen, deutlich unterscheidbar und bewertbar sein.

Literatur / Literature

Sachgebietsabhängig, in der Regel Originalliteratur.


Modul / Module
System Design Project

Fachbereich: <i>Department</i>	Embedded Systems	Spezialbereich: <i>Special field</i>	BOK integrativ
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	Prof. L. Reindl Prof. W. Burgard, Prof. M. Riedmiller	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Projekt	Sprache: <i>Language</i>	deutsch
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	keine		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	1	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	4
SWS: <i>Semester week hours</i>	2 P	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes zweite Semester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	120 h/Semester (Projekt 30 h, Eigenarbeit 88 h, Kompetenznachweis 2 h)		

Lernziele / Educational objectives

In diesem Praktikum lernen die Studenten an einem makroskopischen System die wesentlichen Grundzüge eines Systementwurfs, darauf aufbauender Realisierung und anschließender Optimierung kennen. Hierzu kennen sie alle wesentlichen Komponenten, die sich auch in einem Mikrosystem finden: Sensoren, Aktoren, Mechanik, Informationsverarbeitung, und Regelung. Übergeordnetes Lernziel ist das Verständnis für das interdisziplinäre Ineinandergreifen der einzelnen Komponenten in einem makroskopischen System.

Lehrinhalt / Content of teaching

Die Studenten sollen in Gruppen von je 4 Personen im Laufe des Semesters:

- ein Projekt planen und durchführen
- ein Fahrzeug entwerfen und aufbauen
- eine autonome Regelung planen und implementieren
- die Regelung und eventuell das Fahrzeug optimieren
- in einem Team zusammenarbeiten

Als Basis steht jeder Gruppe ein LEGO-Mindstorm Kasten zur Verfügung.
Den Abschluss bildet ein Wettbewerb, in dem alle Gruppen gegeneinander antreten.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Teilnahme am Abschluss-Wettbewerb und Anfertigen eines Projektberichtes.



Literatur / Literature

Webseiten:

<http://bricxcc.sourceforge.net/nbc/>

<http://www.mindstormsforum.de/>

<http://bricxcc.sourceforge.net/nqc/>

<http://bricxcc.sourceforge.net/>

<http://www.debacher.de/wiki/NXC>


Modul / Module
Abschlusskolloquium

Fachbereich: <i>Department</i>	Embedded Systems	Spezialbereich: <i>Special field</i>	BOK integrativ
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	ESE-Dozenten	Modultyp: <i>Module Type</i>	Pflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Kolloquium	Sprache: <i>Language</i>	deutsch oder englisch
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	laut Prüfungsordnung: Einreichung der Bachelor-Arbeit		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	6	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	3
SWS: <i>Semester week hours</i>	k. A.	Turnus: <i>Regular cycle</i>	
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	90 h/Semester (Eigenarbeit 89 h, Kompetenznachweis 1 h)		

Lernziele / Educational objectives

Verständliches und nachvollziehbares Präsentieren von eigenen wissenschaftlichen Ergebnissen lernen.

Lehrinhalt / Content of teaching

Präsentation und Diskussion wissenschaftlicher Ergebnisse in einem breiteren Umfeld.

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Die Studienleistung besteht aus einer mündlichen Präsentation.

Medienformen / Media types

Beamer- oder Tafelvortrag



Additive Berufsfeldorientierte Kompetenzen

Modul / Module			
BOK-Kurs I			
Fachbereich: Department	additive BOK	Spezialbereich: Special field	nach Wahl
Modulverantwortlicher: Responsible person	jeweiliger Studiendekan	Modultyp: Module Type	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: Type of course	Seminar	Sprache: Language	kursabhängig
Voraussetzungen: Preconditions	keine		
Semester lt Studienplan: Term	1 bis 6	ECTS-Punkte: ECTS-points	4
SWS: Semester week hours	wöchentlich oder Blockveranstaltung	Turnus: Regular cycle	jedes Semester
Arbeitsaufwand: Workload	120 h/Semester		
Lernziele / Educational objectives			
Studierende sollen durch den Besuch von außerfachlichen Kursen sogenannte „Soft-Skills“ erwerben.			
Lehrinhalt / Content of teaching			
Es gibt Kurse in folgenden Kompetenzgebieten: <ul style="list-style-type: none">▪ Fremdsprachenkompetenz▪ Medienkompetenz▪ Kommunikationskompetenz▪ EDV-Kompetenz▪ Managementkompetenz			
Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements			
Abhängig von den belegten Kursen			
Weitere Informationen / Further Information			
siehe auf der Homepage des Zentrums für Schlüsselqualifikationen: http://www.zfs.uni-freiburg.de/bok-veranstaltungen Achtung: Studierende der Mikrosystemtechnik sollen keine Medienkurse belegen.			

**Modul / Module****BOK-Kurs II**

Fachbereich: <i>Department</i>	additive BOK	Spezialbereich: <i>Special field</i>	nach Wahl
Modulverantwortlicher: <i>Responsible person</i>	jeweiliger Studiendekan	Modultyp: <i>Module Type</i>	Wahlpflichtmodul
Lehrveranstaltungstyp: <i>Type of course</i>	Seminar	Sprache: <i>Language</i>	kursabhängig
Voraussetzungen: <i>Preconditions</i>	keine		

Semester lt Studienplan: <i>Term</i>	1 bis 6	ECTS-Punkte: <i>ECTS-points</i>	4
SWS: <i>Semester week hours</i>	wöchentlich oder Blockveranstaltung	Turnus: <i>Regular cycle</i>	jedes Semester
Arbeitsaufwand: <i>Workload</i>	120 h/Semester		

Lernziele / Educational objectives

Studierende sollen durch den Besuch von außerfachlichen Kursen sogenannte „Soft-Skills“ erwerben.

Lehrinhalt / Content of teaching

Es gibt Kurse in folgenden Kompetenzgebieten:

- Fremdsprachenkompetenz
- Medienkompetenz
- Kommunikationskompetenz
- EDV-Kompetenz
- Managementkompetenz

Studien- und Prüfungsleistungen / Exam requirements

Abhängig von den belegten Kursen

Weitere Informationen / Further Information

siehe auf der Homepage des Zentrums für Schlüsselqualifikationen:

<http://www.zfs.uni-freiburg.de/bok-veranstaltungen>

Achtung: Studierende der Mikrosystemtechnik sollen keine Medienkurse belegen.