



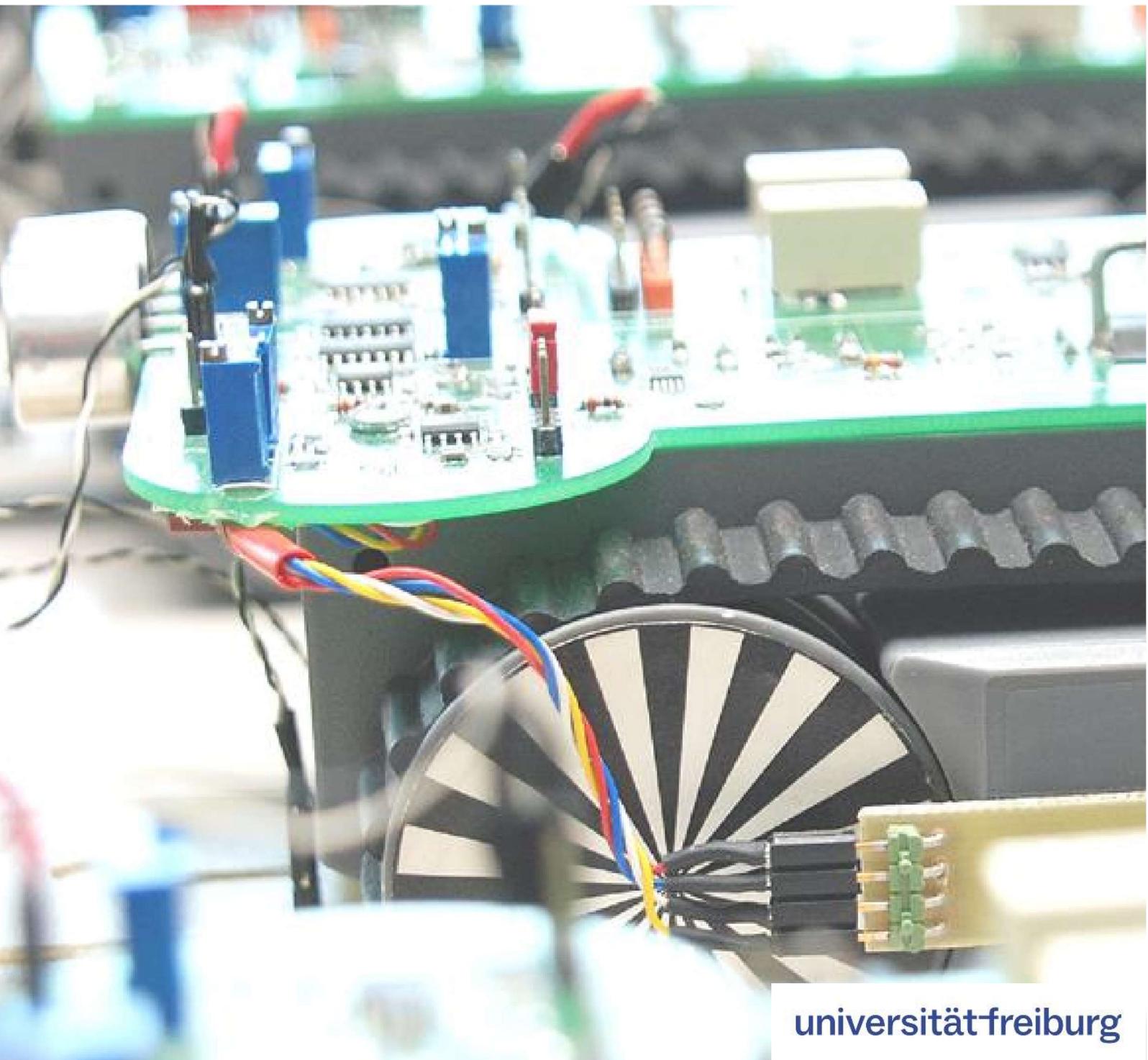
**iems**  
intelligente eingebettete  
mikrosysteme

# Modulhandbuch

Master of Science

Intelligente Eingebettete Mikrosysteme

7.11.2024



Copyright © 2024 Intelligente Eingebettete Mikrosysteme

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the “License”); you may not use this file except in compliance with the License. You may obtain a copy of the License at <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>. Unless required by applicable law or agreed to in writing, software distributed under the License is distributed on an “AS IS” BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied. See the License for the specific language governing permissions and limitations under the License.

*November 2024*

# Inhaltsverzeichnis

<i>Kurzbeschreibung des Studiengangs</i>	5
<i>Einleitung</i>	7
<i>Inhalt und Aufbau</i>	7
<i>Fachliche Qualifikationsziele</i>	8
<i>Überfachliche Qualifikationsziele</i>	8
<i>Modulübersicht und Studienverlauf</i>	9
<i>Lehrformen</i>	9
<i>Prüfungssystem und Prüfungsarten</i>	11
<i>Informationen zu erwarteten Vorkenntnissen</i>	12
<i>Möglichkeiten zur Erlangung dieser Vorkenntnisse</i>	12
<i>Methodenmodule</i>	15
<i>Entwurf, Analyse und Umsetzung von Algorithmen</i>	16
<i>Mikroelektronische Bauelemente und Grundsaltungen</i>	18
<i>Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik</i>	20
<i>Entwurf und Entwicklung von Mikrosystemen</i>	21
<i>Basismodule</i>	23
<i>Maschinelles Lernen</i>	24
<i>Hardware und Software Eingebetteter Systeme</i>	26
<i>Vertiefungsmodule</i>	29
<i>Echtzeit-Betriebssysteme und Zuverlässigkeit</i>	30
<i>Einführung in Rechnernetze</i>	32

<i>Integrierte analoge CMOS-Schaltungen</i>	33
<i>Messdatenerfassung und -verarbeitung</i>	34
<i>Mikroaktorik</i>	36
<i>Modellierung und Tests in der Softwareentwicklung</i>	38
<i>Regelungstechnik</i>	40
<i>Sensorik</i>	41
<i>Verifikation eingebetteter Systeme</i>	43
<i>Vernetzte Eingebettete Systeme</i>	45
<i>Managementmodule</i>	47
<i>Managementmodul I (Teil 1): Projektmanagement</i>	48
<i>Managementmodul I (Teil 2): Gewerblicher Rechtsschutz</i>	50
<i>Managementmodul II: Projektmanagement in Softwareengineering für Embedded Systems</i>	51
<i>Praktikumsmodule</i>	53
<i>Messtechnik und Sensorik</i>	54
<i>Microcontroller und FPGA-Systeme</i>	56
<i>Weitere Module</i>	59
<i>Wissenschaftliches Arbeiten</i>	60
<i>Teamprojekt</i>	62
<i>Masterarbeit</i>	63

## Kurzbeschreibung des Studiengangs

---

Bezeichnung des Studiengangs	<b>Master of Science</b>
Institut	Intelligente eingebettete Mikrosysteme (IEMS)
Art des Studiengangs	Institut für Informatik
Regelstudienzeit	konsekutiv
Anzahl der ECTS-Leistungspunkte	3-7 Semester (je nach Erstabschluss)
Studienform	60-120 ECTS (je nach Erstabschluss)
Unterrichtssprache	Berufsbegleitender Online-Studiengang mit Präsenzphasen (Blended Learning)
Möglicher Studienbeginn	Deutsch und Englisch
Anzahl der Studienplätze	Erstsemester: Wintersemester
Zugangsvoraussetzungen	Höhere Fachsemester: Winter- und Sommersemester
	100
	Abschluss mit einem Notendurchschnitt von mindestens 2,9 an einer deutschen Hochschule in einem Bachelorstudiengang der Informatik oder der Mikrosystemtechnik oder in einem gleichwertigen mindestens dreijährigen Studiengang an einer deutschen oder ausländischen Hochschule.
	englische Sprachkenntnisse Niveau B2
	ggf. deutsche Sprachkenntnisse Niveau C1
	fachrelevante berufspraktische Erfahrung von in der Regel mindestens einem Jahr nach dem erfolgreichen Abschluss des Hochschulstudiums
Zielgruppe / Adressaten	Berufstätige Absolventen/Absolventinnen von Bachelorstudiengängen der Informatik, der Ingenieurwissenschaften und der Naturwissenschaften
Kurzprofil	Der Masterstudiengang vermittelt, aufbauend auf Grundlagen der Mikrosystemtechnik und der Informatik, die Themenfelder Technische Informatik, Künstliche Intelligenz, Softwaretechnik, Sensorik, Signalverarbeitung, Aktuatorik und Kommunikationstechnik.
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind nach Abschluß in der Lage die methodischen, fachlichen und praktischen Kompetenzen zur Entwicklung, Optimierung und Erforschung intelligenter eingebetteter Systeme anzuwenden.
Homepage	<a href="https://www.masteronline-iems.de">https://www.masteronline-iems.de</a>
Einführung des Studiengangs	WS 2007/2008
Datum / Version des Modulhandbuchs	Februar 2024

---



# *Einleitung*

Der Studiengang „Intelligente Eingebettete Mikrosysteme“ (IEMS) ist modular aufgebaut. Neben Methodenmodulen – für Absolventen und Absolventinnen anwendungsorientierter Studiengänge oder Teilnehmer/innen mit fehlenden Kenntnissen – werden Basismodule sowie Vertiefungs- und Spezialmodule (Seminare, Praktika, Managementmodule) angeboten.

## *Inhalt und Aufbau*

Ziel des Weiterbildungsstudiengangs Master of Science Intelligente Eingebettete Mikrosysteme ist es, berufstätigen Absolventen/Absolventinnen von Bachelorstudiengängen der Informatik, der Ingenieurwissenschaften und der Naturwissenschaften, namentlich der Fachrichtungen Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik, Physik und Mathematik, die methodischen, fachlichen und praktischen Kompetenzen zur Entwicklung, Optimierung und Erforschung intelligenter eingebetteter Systeme zu vermitteln. Aufbauend auf Grundlagen der Mikrosystemtechnik und der Informatik vereint das Studienprogramm die Themenfelder Technische Informatik, Künstliche Intelligenz, Softwaretechnik, Sensorik, Signalverarbeitung, Aktuatorik und Kommunikationstechnik.

Fertigkeiten und Kompetenzen bei der Konzeption und Analyse von Algorithmen einschließlich deren Nutzung für exemplarische Anwendungen wie den Entwurf verteilter Systeme und deren Integration in übergeordnete Systeme wird erlernt. Die Studierenden werden weiterhin dazu befähigt, bei ihrer späteren ingenieurwissenschaftlichen Tätigkeit technische Lösungen mit kombinierten Hardware-Software-Systemen zu erforschen, zu entwickeln und anzuwenden. Der erfolgreiche Abschluss des Masterstudiums qualifiziert sowohl für eine akademische Karriere im Bereich Forschung und Entwicklung als auch für eine ingenieurwissenschaftliche Tätigkeit in der Industrie, in Forschungsorganisationen oder bei staatlichen Behörden.

Der Studiengang ist modular aufgebaut und mit einem studienbegleitenden Prüfungssystem verbunden. Er ist als berufsbegleitender Teilzeitweiterbildungsstudiengang konzipiert und nutzt die Möglichkeiten des Fernstudiums und der Informations- und Kommunikationstechnik (multimediales Lernen). Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Austausch der Studenten:innen unter-

einander, wie auch der persönliche Kontakt mit den Lehrpersonen. Daher beinhalten die meisten Kurse ein oder mehrere Treffen in Freiburg während des Semesters.

### *Fachliche Qualifikationsziele*

Die Absolventen/Absolventinnen des Studiengangs

- verfügen über ein erweitertes, vertieftes und spezialisiertes Wissen sowie kritisches Verständnis des Entwurfs eingebetteter Systeme, deren Aufbau auf physikalischer Ebene, Schaltungsebene, Programmier Ebene und Anwendungsebene. Dieses Wissen wird eingesetzt um eingebettete Systeme in unterschiedlichsten Anwendungen zu bewerten, zu entwerfen und zu implementieren.
 

Vertieftes und spezialisiertes Fachwissen und kritisches Fachverständnis
- können den aktuellen internationalen Forschungsstand in der Mikrosystemtechnik, Informatik und Fragestellungen bei eingebetteten System unter Nutzung unterschiedlicher Recherchertools systematisch erarbeiten, darstellen und bewerten. Sie können Forschungsfragen formulieren, Hypothesen generieren und ein entsprechendes Untersuchungsdesign zur empirischen Klärung dieser Fragen selbständig und ressourcenadäquat konzipieren.
 

Bewertung des Forschungsstandes, Erarbeitung von Forschungsfragen und Konzeption von Untersuchungsdesigns
- kennen Entwicklungs-, Spezifikations- und Messverfahren zur Erfassung unterschiedlichster Fragestellung im Entwurf und Aufbau komplexer technischer und eingebetteter Systeme. Sie können unterschiedliche Verfahren beurteilen und diese zielgerichtet auswählen und anwenden bzw. haben gelernt sich diese anzueignen.
 

Auswahl, Anwendung und Bewertung von Designverfahren eingebetteter Systeme
- können Sensordaten mit unterschiedlichen Verfahren verarbeiten und diese systematisch in einen Regelkreis einbauen. Dies beinhaltet Verfahren des maschinellen Lernens, der digitalen Signalverarbeitung und der Theorie und Praxis von Regelungssystemen.
 

Bewertung und Anwendung von Signalverarbeitungs- und Datenanalyseverfahren
- können komplexe Fachinformationen, Methoden und Ergebnisse von empirischen Studien unter Einhaltung wissenschaftlicher Standards gegenüber einem Laien- sowie Expertenpublikum schriftlich und mündlich kommunizieren. Sie können wissenschaftlich fundierte Entscheidungen treffen und diese argumentativ vertreten.
 

Kritische Diskussion von Fach- und Forschungsinhalten und Initiierung weiterführender Prozesse

### *Überfachliche Qualifikationsziele*

In mehreren Modulen sind Aspekte des projektorientierten Arbeitens enthalten, welche sich von der initialen Konzipierung bis hin zum Endbericht eines Forschungsprojekts erstrecken. Die Forschungsprojekte erfordern eine hohe Kooperationsbereitschaft von den Beteiligten, sodass am Ende des Studiums eine gute Teamfähigkeit attestiert werden kann. Im Projektmanagement-Modul werden

Aspekte eines erfolgreichen Projektmanagements explizit adressiert und auf spezielle Anforderung bei der Umsetzung von eingebetteten System eingegangen, wodurch eine bewusste Wahrnehmung und Umsetzung erfolgen kann. Das Teamprojekt dient weiterhin einer Auseinandersetzung mit dem Projektmanagement anhand einer realen Situation mit einem Team. Darüber hinaus bietet der Themenbereich des Gewerblichen Rechtsschutz einen Einblick in die Verwertung neuer Erfindungen und im Umgang mit bestehenden Erfindungen (Patenten) in der täglichen Arbeit als Embedded Systems Ingenieur.

### Modulübersicht und Studienverlauf

Abb. 2 zeigt eine Übersicht über die belegbaren Module des Studiengangs. Das Studium wird je nach individueller Vorbildung nach einem der fünf Modellstudienpläne in Abb. 1 angepasst. Dies ist aufgeteilt nach Absolventen von Fachhochschulen (FH), Berufsakademien (BA) und Universitäten.

Varianten 1, PO2011-1 (FH/BA-Absolventen mit 180 ECTS)	Semester	ECTS-Punkte	Pflicht/ Wahlpflicht
Mathematik 1 (Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik)	1	5	Pflicht
Mathematik 2 (Mathematische Beweismethoden mit Grenzwertbegriff)	1	5	Pflicht
Mathematik 3 (Bedarf, Analyse und Darstellung von Algorithmen)	2	5	Pflicht
Mathematik 4 (Einführung in Mikrosysteme)	2	5	Pflicht
Basissystem 1 (Hardware- und Software-gebetenes System)	3	5	Pflicht
Basissystem 2 (Mischelinge Lernau)	4	8	Pflicht
Microsystem 1	4	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 1	4	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 2	4	5	Wahlpflicht
Prüfung	4	5	Pflicht
Vertiefungsmodell 3	5	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 4	5	5	Wahlpflicht
Lehrstuhl	6	12	Pflicht
Wissenschaftliches Arbeiten	6	5	Pflicht
Mikrosystem 1	7	30	Pflicht
Masterarbeit	7	12/2	Pflicht
Prüfung	7	15	Pflicht

Varianten 2, PO2011-2 (FH/BA-Absolventen mit 210 ECTS)	Semester	ECTS-Punkte	Pflicht/ Wahlpflicht
Mathematik 1 (Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik)	1	5	Pflicht
Mathematik 2 (Mathematische Beweismethoden mit Grenzwertbegriff)	1	5	Pflicht
Mathematik 3 (Bedarf, Analyse und Darstellung von Algorithmen)	2	5	Pflicht
Mathematik 4 (Einführung in Mikrosysteme)	2	5	Pflicht
Basissystem 1 (Hardware- und Software-gebetenes System)	3	5	Pflicht
Basissystem 2 (Mischelinge Lernau)	4	8	Pflicht
Microsystem 1	4	5	Wahlpflicht
Microsystem 2	4	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 1	4	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 2	4	5	Wahlpflicht
Prüfung	4	5	Pflicht
Vertiefungsmodell 3	5	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 4	5	5	Wahlpflicht
Lehrstuhl	6	12	Pflicht
Wissenschaftliches Arbeiten	6	5	Pflicht
Mikrosystem 1	7	30	Pflicht
Masterarbeit	7	12/2	Pflicht
Prüfung	7	15	Pflicht

Varianten 3, PO2011-3 (FH/BA-Absolventen mit 240 ECTS)	Semester	ECTS-Punkte	Pflicht/ Wahlpflicht
Mathematik 1 (Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik)	1	5	Pflicht
Mathematik 2 (Mathematische Beweismethoden mit Grenzwertbegriff)	1	5	Pflicht
Mathematik 3 (Bedarf, Analyse und Darstellung von Algorithmen)	2	5	Pflicht
Mathematik 4 (Einführung in Mikrosysteme)	2	5	Pflicht
Basissystem 1 (Hardware- und Software-gebetenes System)	3	5	Pflicht
Basissystem 2 (Mischelinge Lernau)	4	8	Pflicht
Microsystem 1	4	5	Wahlpflicht
Microsystem 2	4	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 1	4	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 2	4	5	Wahlpflicht
Prüfung	4	5	Pflicht
Vertiefungsmodell 3	5	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 4	5	5	Wahlpflicht
Lehrstuhl	6	12	Pflicht
Wissenschaftliches Arbeiten	6	5	Pflicht
Mikrosystem 1	7	30	Pflicht
Masterarbeit	7	12/2	Pflicht
Prüfung	7	15	Pflicht

Varianten 4, PO2011-4 (FH/BA-Absolventen mit 180 ECTS)	Semester	ECTS-Punkte	Pflicht/ Wahlpflicht
Mathematik 1 (Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik)	1	5	Pflicht
Basissystem 2 (Mischelinge Lernau)	4	8	Pflicht
Microsystem 1	4	5	Wahlpflicht
Microsystem 2	4	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 1	4	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 2	4	5	Wahlpflicht
Prüfung	4	5	Pflicht
Vertiefungsmodell 3	5	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 4	5	5	Wahlpflicht
Lehrstuhl	6	12	Pflicht
Wissenschaftliches Arbeiten	6	5	Pflicht
Mikrosystem 1	7	30	Pflicht
Masterarbeit	7	12/2	Pflicht
Prüfung	7	15	Pflicht

Varianten 5, PO2011-5 (FH/BA-Absolventen mit 240 ECTS)	Semester	ECTS-Punkte	Pflicht/ Wahlpflicht
Basissystem 1 (Hardware- und Software-gebetenes System)	1	6	Pflicht
Basissystem 2 (Mischelinge Lernau)	4	8	Pflicht
Microsystem 1	4	5	Wahlpflicht
Microsystem 2	4	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 1	4	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 2	4	5	Wahlpflicht
Prüfung	4	5	Pflicht
Vertiefungsmodell 3	5	5	Wahlpflicht
Vertiefungsmodell 4	5	5	Wahlpflicht
Lehrstuhl	6	12	Pflicht
Wissenschaftliches Arbeiten	6	5	Pflicht
Mikrosystem 1	7	30	Pflicht
Masterarbeit	7	12/2	Pflicht
Prüfung	7	15	Pflicht

Abbildung 1: Modellstudienpläne nach der Prüfungsordnung 2021. Je nach Vorbildung wird zwischen folgenden Varianten unterschieden: FH/BA-Absolventen mit 180/210/240 ECTS jeweils Modellstudienplan 1-3, für Absolventen einer Universität mit jeweils 180/240 ECTS ist Modellstudienplan 4 oder 5 zu wählen.

### Lehrformen

In Tab. 1 ist eine Übersicht über die Lehrformen und Gruppengrößen der Module innerhalb des Studiengangs zu finden.

Modul	Art	ECTS-Punkte	Studienplanvariante					Studienleistung/ Prüfungsleistung
			1	2	3	4	5	
Methodenmodule								
Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	V + Ü	6	1	1	1			PL: Klausur
Mikroelektronische Bauelemente und Grundsaltungen	V + Ü	6	1	1	1			PL: Klausur
Entwurf von Mikrosystemen	V + Ü	6	2	2	2			PL: Klausur
Entwurf, Analyse und Umsetzung von Algorithmen	V + Ü	6	2	2	2			PL: Klausur
Basismodule								
Hardware und Software eingebetteter Systeme	V + Ü	6	3	3	3	1	1	PL: Klausur
Maschinelles Lernen	V + Ü	6	3	3	3	1	1	PL: Klausur
Vertiefungsmodule								
Vertiefungsmodul I	V + Ü	6	4	4	4	2	2	SL PL: Klausur oder mündliche Prüfung
Vertiefungsmodul II	V + Ü	6	4	4	4	2	2	SL PL: Klausur oder mündliche Prüfung
Vertiefungsmodul III	V + Ü	6	5	4/-		3		SL PL: Klausur oder mündliche Prüfung
Vertiefungsmodul IV	V + Ü	6	5			3		SL PL: Klausur oder mündliche Prüfung
Vertiefungsmodul V	V + Ü	6				4		SL PL: Klausur oder mündliche Prüfung
Vertiefungsmodul VI	V + Ü	6				5		SL PL: Klausur oder mündliche Prüfung
Managementmodule								
Managementmodul I	V + Ü	6	3	3	3	1	1	PL: Klausur PL: mündliche Präsentation
Managementmodul II	Projekt	6				4		PL: mündliche Präsentation
Laborpraktikumsmodule								
Laborpraktikum I	Pr	6	4	-/4		2		SL
Laborpraktikum II	Pr	6				5		SL
Modul Teamprojekt								
Teamprojekt	Projekt	12	6			6		SL
Modul Wissenschaftliches Arbeiten								
Wissenschaftliches Arbeiten	S	6	6			6		SL
Mastermodul								
Mastermodul	-	30	7	5	5	7	3	PL: Masterarbeit PL: Masterkolloquium

Abbildung 2: Übersicht der belegbaren Module. Die Art des Moduls wird zwischen Vorlesung, Übung, **Projekt**, **Praktikum** und **Seminar** unterschieden. In der Spalte Studienplanvariante ist das für die jeweilige Studiengangsvariante (A-E) empfohlene Semester zu finden. Der individuelle Studienverlauf kann von diesen Empfehlungen abweichen. In diesem Falle ist jedoch eine frühzeitige Fachstudienberatung empfohlen. Die Masterarbeit ist innerhalb eines Zeitraumes von 12 Monaten anzufertigen, hat einen Leistungsumfang von 27 ECTS-Punkten und ist in deutscher oder englischer Sprache abzufassen. Zur Masterarbeit kann nur zugelassen werden, wer im Rahmen des zum ersten berufsqualifizierenden Hochschulabschluss führenden Studiums und des Studiums im Weiterbildungsstudiengang Master of Science Intelligente Eingebettete Mikrosysteme insgesamt mindestens 252 ECTS-Punkte erworben hat.

Lehrform	Lehrformat	Gruppengröße
Vorlesung	E-Learning gestützte Lernmaterialien, hauptsächlich auf der ILIAS-Lehrplattform	max. 100
Übung	E-Learning gestützte Lernmaterialien, hauptsächlich auf der ILIAS-Lehrplattform mit Korrektur durch die Lehrperson	max. 100
Projekt	Mitarbeit oder eigenständige Durchführung eines Forschungs- oder Entwicklungsprojektes	individuelle Betreuung
Praktikum	Durchführung praktischer Aufgaben und Entwicklung von Prototypen mit entsprechender Dokumentation	max. 20
Seminar	Wissenschaftliche Arbeiten erfassen und in Gruppendiskussion vertreten, wiedergeben und bewerten	max. 20

Tabelle 1: Übersicht der Lehrformen und Gruppengrößen.

### *Prüfungssystem und Prüfungsarten*

Gemäß des Gesamtkonzeptes der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg können Leistungen in Form von Studienleistungen oder in Form von Prüfungsleistungen erbracht werden.

#### *Studienleistungen*

sind individuelle schriftliche, mündliche oder praktische Leistungen, die von dem/der Studierenden im Zusammenhang mit Lehrveranstaltungen bzw. praktischen Tätigkeiten erbracht werden. Sie können auch in der regelmäßigen Teilnahme an einer Lehrveranstaltung bestehen, für welche allein jedoch keine ECTS-Punkte vergeben werden. Die konkreten Studienleistungen sind in den Modulbeschreibungen angegeben.

#### *Prüfungsleistungen*

werden in Form von Modulprüfungen erbracht. Modulprüfungen sind entweder Modulabschlussprüfungen, in denen jeweils alle Komponenten eines Moduls abgeprüft werden, oder Modulteilprüfungen, die sich auf eine oder mehrere Komponenten eines Moduls beziehen. Die konkrete Prüfungsart (z. B. Klausur, mündliche Prüfung, mündliche Präsentation) ist durch die Prüfungsordnung festgelegt und in den Modulbeschreibungen spezifiziert.

Art der Leistung	Format
Klausur	schriftliche Aufsichtsarbeit, 60-240 Minuten
schriftliche Ausarbeitung	Hausarbeit, Projektdokumentation
mündliche Prüfung	Prüfungsgespräche
Präsentation	Vorträge, Diskussion, Referate, Masterkolloquium
Studienleistung	Übungsaufgaben, Projektarbeit, Protokoll

Tabelle 2: Art und Format der Studien-/Prüfungsleistungen.

*Anwesenheitsregelungen*

In Vorlesungen besteht keine Anwesenheitspflicht. In Seminaren und Übungen kann als ein Teil der Studienleistung die regelmäßige Teilnahme gefordert sein, sofern diese zum Erreichen der Lernziele erforderlich ist. Die Regelungen zur Teilnahme finden sich in der Prüfungsordnung unter § 9 Absatz 2.

*Zulassungsvoraussetzungen zu Prüfungsleistungen*

Es bestehen keine Zulassungsvoraussetzungen zur Absolvierung von Prüfungsleistungen (mit der Ausnahme der Masterarbeit und des Masterkolloquiums). Grundsätzlich sind Prüfungsleistung und Studienleistungen innerhalb einer Lehrveranstaltung unabhängig voneinander. Dies bedeutet, dass die Zulassung zu einer Prüfungsleistung innerhalb einer Lehrveranstaltung auch erfolgt, wenn die in der Lehrveranstaltung geforderte Studienleistung als nicht bestanden gilt. Studien- und Prüfungsleistungen werden aus Gründen der studentischen Flexibilität grundsätzlich getrennt behandelt.

Für die Zulassung zur Masterarbeit müssen in der Regel im Rahmen des zum ersten berufsqualifizierenden Hochschulabschluss führenden Studiums und des Studiums im Weiterbildungsstudiengang Master of Science Intelligente Eingebettete Mikrosysteme insgesamt mindestens 252 ECTS-Punkte erworben worden sein.

*Informationen zu erwarteten Vorkenntnissen*

Vorausgesetzt werden für den Studiengang MasterOnline „Intelligente Eingebettete Mikrosysteme“ grundlegende Programmierkenntnisse (wobei die eingesetzte Programmiersprache zweitrangig ist) und ein Basiswissen in Algorithmen und Datenstrukturen. Ebenso wird Basiswissen in Technischer Informatik bzw. Elektrotechnik vorausgesetzt. Grundkenntnisse in diesen Bereichen sind Zulassungsvoraussetzung für den Studiengang. Sie werden von der Zulassungskommission anhand Ihrer eingereichten Bewerbungsunterlagen überprüft.

*Möglichkeiten zur Erlangung dieser Vorkenntnisse*

Sollten Ihnen vereinzelt Kenntnisse in diesen Bereichen fehlen, Ihre Voraussetzungen im Allgemeinen aber für die Zulassung zum Studiengang ausreichend sein, werden im Folgenden mehrere Möglichkeiten erläutert, sich das fehlende Wissen für das Studium selbst anzueignen.

Sind Ihre Grundkenntnisse in diesen Gebieten vor Studienbeginn nicht ausreichend, empfehlen wir, an entsprechenden Veranstaltungen an der Universität Freiburg oder der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Standort Lörrach als Gasthörer/in teilzunehmen. Eine Übersicht der Veranstaltungen der Universität

Freiburg finden Sie online im Vorlesungsverzeichnis der Universität Freiburg<sup>1</sup>. Auf den Webseiten der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Standort Lörrach finden Sie das Studienangebot der Dualen Hochschule im Bereich Technik<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> <http://www.uni-freiburg.de/go/vvz>

<sup>2</sup> <http://www.dhbw-loerrach.de/>

Im Internet oder über Weiterbildungsdatenbanken finden Sie zahlreiche kostenfreie wie auch kostenpflichtige Materialien und/oder Kursangebote, um Grundlagen der Elektrotechnik und/oder Grundlagen der Informatik zu erwerben. Auch Programmierkurse in C++ oder Java können Sie z. B. bei der VHS oder ähnlichen Einrichtungen belegen. Als Student/in der Universität Freiburg (z. B. Student/in des MasterOnline IEMS) können Sie sich fehlende Kenntnisse in einem bestimmten Teilgebiet auch durch die Nutzung der umfassenden Sammlung an Fachliteratur in den Bibliotheken (Universitätsbibliothek oder Fachbibliothek der TF) erarbeiten.



# *Methodenmodule*

Bachelor-Absolvent/innen von Berufsakademien und Fachhochschulen, Dualen Hochschulen und Hochschulen für Angewandte Wissenschaften sollen durch gemeinsam mit der DHBW Lörrach entwickelte Methodenmodule auf ein forschungsorientiertes Studium vorbereitet werden.

Die vier Methodenmodule sind abhängig vom Modellstudienplan verpflichtend zu absolvierenden Teilen des Masterstudiengangs. Sie vermitteln den Lernstoff in einer kompakten und anspruchsvollen Weise, wie es bei Modulen in Masterstudiengängen an Universitäten üblich ist.

Die Inhalte dieser Module berücksichtigen sowohl die vorhandenen Kenntnisse insbesondere von DHBW-, (BA-) und FH-Absolventen als auch die fachspezifischen Anforderungen für weiterführende Module; sie wurden in enger Kooperation von Dozenten der DHBW Lörrach, der Universität Hildesheim und der Technischen Fakultät der Universität Freiburg entwickelt.

Die Methodenmodule werden als Online-Module angeboten. Die Betreuung erfolgt durch Dozenten und Tutoren der DHBW und Universität.

## Entwurf, Analyse und Umsetzung von Algorithmen

Prof. Dr. Peter Thiemann

Methodenmodul

Das Modul gibt eine kompakte Einführung in das Verständnis grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen (40%), die dahinter stehenden Methoden und Techniken zur Komplexitätsabschätzung und Korrektheitsbeweise (30%), sowie besondere Techniken zur effizienten Umsetzung in der Praxis (30%). Die meisten dieser Inhalte sind vermutlich aus dem früheren Studium bekannt, aber ggfs. nicht in ausreichender Tiefe behandelt worden oder nicht mehr präsent. Die Inhalte werden also in einer Form angeboten, die Masterstudierenden mit entsprechenden formalen Fähigkeiten angemessen sind.

Zu den grundlegenden Algorithmen und Datenstrukturen gehören: Sortieren assoziative Arrays und Hashfunktionen Prioritätswarteschlangen dynamische Felder Suchbäume Graphenalgorithmen Stringalgorithmen. Zu den Methoden, Techniken zur Komplexitätsabschätzung und Korrektheitsbeweisen gehören: asymptotische Analyse O-Notation Induktionsbeweise divide and conquer amortisierte Analyse Potentialfunktionen dynamische Programmierung. Zu den besonderen Techniken zur effizienten Umsetzung gehören: Verständnis und Beachtung von Cache- und IO-Effizienz Verständnis und Beachtung von Coding Standards Unit Testing Laufzeitmessungen und Profiling.

### Lernziele

Ziel dieses Moduls ist es, Kenntnisse und Fertigkeiten zur Beurteilung der Qualität von Algorithmen und zur in der Praxis effizienten Implementierung zu vermitteln. Insbesondere werden dabei solche Algorithmen und Qualitätsaspekte behandelt, die für den Entwurf und die Analyse von intelligenten eingebetteten Mikrosystemen grundlegend sind.

Das Modul vermittelt Studierenden die Fähigkeit, Laufzeit und Speicherbedarf von Algorithmen mit mathematischen Mitteln abzuschätzen.

Die Studierenden beherrschen die wichtigsten Techniken zum Entwurf und zur Analyse von Algorithmen und können die Mächtigkeit algorithmischer Entwurfsprinzipien, wie Divide and Conquer, Dynamische Programmierung, Randomisierung, u.ä. einschätzen und anwenden.

Sie kennen Standard-Datenstrukturen (Listen, Bäume, Graphen), wissen, wie man sie nutzt, und kennen wichtige Algorithmen für Bäume und Graphen.

Institut für Informatik  
Verpflichtend zu belegen für  
Studierende mit einem anwen-  
dungsorientierten Abschluss

ECTS: 6

Frequenz: jedes Sommersemester

Sprache: Deutsch

Prüfung: schriftlich (Klausur) und  
50% Punkte der Übungsblätter

Workload	in h
Selbstlernphase	90
Online-Kommunikation	28
Kompetenznachweis	28
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Grundkenntnisse im Bereich Algorithmen und Datenstrukturen, wie sie z.B. bei einem Informatikstudium oder einem verwandten Studium erlangt werden.
- Bei Bedarf sollten diese Kenntnisse auf anderem Wege erlangt werden, siehe Einleitung.

Ablauf:



Einführungs-  
veranstaltung  
in Freiburg



E-Learning mit  
Unterstützung  
von Fachexper-  
ten



Abschließende  
Prüfung in  
Freiburg

*Literatur*

Cormen, T., C. Leiserson, R. Rivest, and C. Stein. 2009. *Introduction to Algorithms*. MIT Press.

Mehlhorn, K., and P. Sanders. 2008. *Algorithms and Data Structures - The Basic Toolbox*. Springer.

## Mikroelektronische Bauelemente und Grundsaltungen

Dr. Matthias Keller

Methodenmodul

Bei der Entwicklung von eingebetteten Systemen spielen sowohl Elektro- als auch Digitaltechnik eine tragende Rolle. In diesem Modul erwerben die Studierenden nicht nur Kenntnisse über die Funktion von Halbleiterelementen, sondern lernen auch, einfache Schaltungen – analog und digital – aufzubauen. Sie erwerben schaltungstechnisches Wissen über den Aufbau und den Entwurf von Addierern, Speicherelementen sowie einer kleinen CPU. Neben der Behandlung einiger elektrotechnischer Grundlagen, lernen die Studierenden die wichtigsten Halbleiterbauelemente kennen, um darauf aufbauend grundlegende analoge Schaltungen entwickeln zu können. Hierbei spielen die Grundsaltungen für Transistoren und Dioden, sowie die Grundsaltungen und Anwendungen von Operationsverstärkern eine zentrale Rolle. Mit den Kenntnissen der analogen Schaltungstechnik lassen sich im zweiten Teil des Moduls auch die grundlegenden Schaltungen der Digitaltechnik vermitteln. Als Realisierungsvarianten digitaler Schaltungen betrachten die Studierenden Grundgatter und Schaltungsfamilien, um im Anschluss mittels Boole'scher Algebra sowohl komplexe kombinatorische als auch sequenzielle Schaltungen verstehen, analysieren und entwerfen zu können. Die erworbenen Kenntnisse nutzen die Studierenden, ausgehend von einzelnen Komponenten, zum Entwurf eines kleinen Rechners.

### Lernziele

Die Studierenden sind in der Lage, die Funktion der Halbleiterbauelemente zu verstehen, um dann einfache analoge und digitale Grundsaltungen selbst zu entwickeln.

Hierzu gehören vor allem Operationsverstärker und ihre Grundsaltungen, Hilfsschaltungen wie Stromspiegel, Ausgangstreiber und Spannungskonverter, digitale Grundgatter für digitale Logik- und Speicherzellen, sowie digitale Grundsaltungen.

### Literatur

- Becker, B., and P. Molitor. 2008. *Technische Informatik: Eine Einführende Darstellung*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag München.
- Hering, E., K. Bressler, and J. Gutekunst. 2001. *Elektronik Für Ingenieure*. Springer.

Institut für Mikrosystemtechnik, Institut für Informatik  
Verpflichtend zu belegen für Studierende mit einem anwendungsorientierten Abschluss

ECTS: 6

Frequenz: jedes Wintersemester

Sprache: Deutsch

Prüfung: schriftlich (Klausur)

Workload	in h
Selbstlernphase	105
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	12
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Mathematische Grundkenntnisse

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Abschließende Prüfung in Freiburg

- Keller, J., and W. Paul. 2005. *Hardware-Design: Formaler Entwurf Digitaler Schaltungen*. Teubner.
- Koß, G., and W. Reinhold. 2000. *Lehr- Und Übungsbuch Elektronik*. Fachbuchverlag Leipzig Im Carl Hanser Verlag.
- Sedra, A., and K. Smith. 1997. *Microelectronic Circuits*. Oxford University Press.
- Spencer, R., and M. Ghausi. 2003. *Introduction to Electronic Circuit Design*. Prentice Hall.
- Tietze, U., and Ch. Schenk. 2002. *Halbleiter-Schaltungstechnik*. Springer.
- Urbanski, K., and R. Voitowitz. 2000. *Digitaltechnik*. Springer.

## Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik

Prof. Dr. Dr. Lars Schmidt-Thieme  
Methodenmodul

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Ausgehend von den elementaren Begriffen der Wahrscheinlichkeit, der Zufallsvariable und des Erwartungswertes werden zunächst grundlegende Ungleichungen sowie die Konvergenz von Zufallsvariablen behandelt. In einem zweiten Teil werden Themen des statistischen Schließens behandelt: parametrische vs. nicht parametrische Modelle, Schätzen von Verteilungsfunktionen, der Bootstrap, Parameter-Inferenz, Hypothesen-Tests, Bayessche Inferenz und statistische Entscheidungstheorie. In einem dritten Teil werden wichtige analytische Basismethoden der Regelungstechnik vorgestellt: gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen sowie Integraltransformationen (Fourier- und Laplacetransformation).

### Lernziele

Die Studierenden lernen intuitive Konzepte wie Wahrscheinlichkeit, Zufall, Unabhängigkeit formal und präzise zu fassen und ihre grundsätzliche Bedeutung für die Behandlung nicht-deterministischer Probleme zu erkennen.

Die Studierenden verstehen das Konzept eines statistischen Modells in verschiedenen Anwendungsformen. Sie verstehen es nicht nur, sondern können verschiedene Methoden zum Lernen solcher Modelle aus Daten umsetzen und anwenden.

Die Studierenden haben Basiskenntnisse im Bereich der Differentialgleichungen und Funktionstransformationen.

### Literatur

- DeGroot, M., and M. Schervish. 2001. *Probability and Statistics*. Addison Wesley.
- Meyberg, K., and P. Vachenaue. 2001. *Höhere Mathematik 2*. Springer.
- Wasserman, L. 2004. *All of Statistics*. Springer.

Universität Hildesheim  
Verpflichtend zu belegen für  
Studierende mit einem anwendungsorientierten Abschluss

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Wintersemester  
Sprache: Deutsch  
Prüfung: schriftlich (Klausur)

Workload	in h
Selbstlernphase	105
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	12
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- keine

Ablauf:



Einführungsveranstaltung  
in Freiburg



E-Learning mit  
Unterstützung  
von Fachexperten



Abschließende  
Prüfung in  
Freiburg

## Entwurf und Entwicklung von Mikrosystemen

Prof. Dr. Bastian Rapp  
Methodenmodul

Die Einsatzbereiche von Mikrosystemen sind ebenso vielfältig wie die beim Entwurf zu berücksichtigenden Anforderungen. In diesem Modul beschäftigen sich die Studierenden nicht nur mit unterschiedlichen Konstruktionselementen, sondern auch mit verschiedenen Entwurstilen und Simulationsmöglichkeiten. Durch den vermittelten Stoff bekommen sie ein vertieftes Verständnis für den gesamten Entwurfsablauf zur Implementierung mikrosystemtechnischer Komponenten und Systeme. Nach einer Einführung in die Prozesstechnik und physikalische Grundbegriffe erarbeiten die Studierenden elementare Konzepte zum Systementwurf. Ausgehend von einer Spezifikation, die im Verlauf des Entwurfsprozesses immer weiter verfeinert wird, lernen sie die unterschiedlichen Domänen zur Modellierung und Simulation von Mikrosystemen kennen, die Systemebene, die elektronische Schaltung und das mikromechanische System. Neben der Realisierung der gewünschten Spezifikation und damit der Funktion erproben die Studierenden Möglichkeiten zur Verifikation der Funktionsfähigkeit des Systems und sind in der Lage, diese frühzeitig und auf allen Ebenen des Entwurfsablaufs zu berücksichtigen.

### Lernziele

Die Studierenden erlangen ein Verständnis für die methodische Vorgehensweise beim Entwurf von Mikrosystemen und einen Überblick über die elementaren Konzepte der Methodik.

Vordergründig beherrschen sie das Prinzip des Top-Down-Entwurfs. Den Ausgangspunkt bildet die Spezifikation, die im Verlauf des Entwurfsprozesses immer weiter verfeinert wird und dabei eine Betrachtung auf verschiedenen Ebenen erlaubt.

Die Studierenden kennen die Grundlagen der Prozesstechnik und der Betrachtung der physikalischen Grundlagen zur Beschreibung mikromechanischer Systeme.

Sie beherrschen folgende Stationen des Entwurfsablaufs:

Systementwurf und abstrakte Beschreibung bzw. Modellierung als ausführbare Spezifikation auf Systemebene mittels MATLAB/Simulink (Signalfluss).

Möglichkeiten der Modellierung und Simulation von Schaltungen mit Spice. Entwurf und Verfeinerung von Mixed-Domain Systemen unter Zuhilfenahme entsprechender Beschreibungs- und Simulationswerkzeuge (Differentialgleichungen, VHDL-AMS). Simulationsmöglichkeiten, basierend auf der Finite-Elemente-

Institut für Mikrosystemtechnik  
Verpflichtend zu belegen für Studierende mit einem anwendungsorientierten Abschluss

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Sommersemester  
Sprache: Deutsch  
Prüfung: schriftlich (Klausur)

Workload	in h
Selbstlernphase	105
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	12
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- keine

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Abschließende Prüfung in Freiburg

Methode zur Modellierung mikromechanischer Systeme (Sensoren, Aktoren) und der damit verbundenen physikalischen Vorgänge, die mittels Differentialgleichungen beschrieben werden können (ANSYS, FEMLAB).

Neben der Realisierung der gewünschten Spezifikation (und damit der Funktionsweise) kennen die Studierenden Möglichkeiten zur Verifikation der Funktionsfähigkeit des Systems und sind in der Lage, diese frühzeitig und auf allen Ebenen des Entwurfsablaufs zu berücksichtigen.

### *Literatur*

- Ashenden, P., G. Peterson, and D. Teegarden. 2002. *The System Designer's Guide to VHDL-AMS: Analog, Mixed-Signal, and Mixed-Technology Modeling*. Morgan Kaufmann Publishers.
- Geiger, R., P. Allen, and N. Strader. 1990. *VLSI-Design Techniques for Analog and Digital Circuits*. McGraw-Hill Series in Science and Engineering.
- Haasis, S. 1995. *Integrierte CAD-Anwendungen*. Springer.
- Müller, G., and C. Groth. 1998. *FEM Für Praktiker*. Expert-Verlag.

## *Basismodule*

Das Studienprogramm sieht vor, dass alle Studierenden zwei Basismodule belegen.

Diese schaffen die gemeinsamen Grundlagen für die Vertiefungsrichtungen, indem sie jeweils in die Technik und die algorithmischen Methoden für intelligente eingebettete Mikrosysteme einführen.

Die Basismodule werden als Online-Module angeboten.

## Maschinelles Lernen

Dr. Daniele Cattaneo  
Basismodul

Das Modul beginnt mit einer allgemeinen Einführung in das Forschungsgebiet „Maschinelles Lernen“. Im Anschluss werden an einem ersten einfachen Modell, dem Konzeptlernen, grundlegende Problematik und Aufgabenstellung des maschinellen Lernens vermittelt. Grundlegende Konzepte wie z.B. der „Induktive Bias“ werden eingeführt, die sich durch die gesamte Vorlesung ziehen. Im dritten Block werden drei unterschiedliche Modelle des maschinellen Lernens vorgestellt, die praktische Relevanz haben. Es werden dabei sowohl theoretische Grundlagen wie Repräsentationsfähigkeit der Modelle und Konvergenz der Lernalgorithmen angesprochen als auch praktische Aspekte diskutiert. Anschließend wird am Beispiel neuronaler Netze das Thema Generalisierungsfähigkeit diskutiert. Die Einheit „Boosting“ widmet sich der Komiteebildung, die für alle vorgestellten Modelle des maschinellen Lernens eine wichtige Möglichkeit zur Verbesserung der Generalisierungsfähigkeit darstellt. Im Kapitel „Probabilities und Bayes“ wird eine wesentliche Verallgemeinerung der bisherigen Betrachtungsweise in Richtung Wahrscheinlichkeitstheorie vorgenommen. Es werden sowohl bisherige Lösungsansätze im probabilistischen Kontext neu interpretiert als auch originär probabilistische Lernverfahren vorgestellt. Abschließend erhalten die Studierenden Anregungen über Vertiefungen und weitere Aspekte des Forschungsgebiets Maschinelles Lernen (Einheiten „Evolutionary Algorithm“, „Reinforcement Learning“, „Unsupervised Learning“). Kursinhalte: Introduction, Concept Learning, Decision Trees, Perceptrons, MLPs, Generalisation, Boosting, Probabilities, Bayesian Learning, Evolutionary Algorithms, Unsupervised Learning, Reinforcement Learning.

### Lernziele

Die Studierenden sind dazu in der Lage, sowohl exemplarische Modelle und Algorithmen des maschinellen Lernens sinnvoll zu interpretieren als auch Methoden zur Entwicklung von lernfähigen Systemen anhand konkreter Problemstellungen anzuwenden. Die Studierenden können den gesamten Entwurfsprozess von grundsätzlicher Modellierung, Modellwahl und Konfiguration des Algorithmus unter Verwendung von „Rapidminer“ selbstständig durchführen.

Institut für Informatik  
Verpflichtend zu belegen zur Vorbereitung auf die Vertiefungsmodule

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Semester  
Sprache: Deutsch/Englisch  
Prüfung: schriftlich (Klausur)

Workload	in h
Selbstlernphase	105
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	12
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Grundkenntnisse im Bereich Algorithmen und Datenstrukturen
- Mathematische Grundkenntnisse
- Methodenmodule (sofern laut Studienplan zu belegen) (IEMS)

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Abschließende Prüfung in Freiburg

*Literatur*

Alpaydin, E. 2004. *Introduction To Machine Learning*. MIT Press.

Bishop, C. 1995. *Neural Networks for Pattern Recognition*. Clarendon Press.

Haykin, S. 2008. *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. Prentice Hall.

Sutton, R., and A. Barto. 1998. *Reinforcement Learning: An Introduction*. MIT Press.

## Hardware und Software Eingebetteter Systeme

Prof Dr. Oliver Amft  
Basismodul

Ob für Tempomaten, Geräte zur Motorsteuerung oder bei der Programmierung von Mikroprozessoren - die Anforderungen an den Entwurf eines leistungsfähigen Gesamtsystems aus Hardware- und Softwarekomponenten sind vielschichtig, u.a. weil Faktoren wie Größe, Reaktionszeiten, Kosten und Energieverbrauch berücksichtigt werden müssen. In diesem Modul lernen die Studierenden, die Problemstellungen des Hardware/Software-CoDesigns zu identifizieren und zu bewältigen. Grundlegend befassen sie sich mit den Möglichkeiten zur Spezifikation eingebetteter Systeme und analysieren, welche Anforderungen solche Spezifikationsmechanismen idealerweise erfüllen sollten. Die Studierenden erproben den Umgang mit verschiedenen Spezifikationsprachen und erfahren deren Vor- und Nachteile in der Anwendung. Zur erfolgreichen Implementierung eingebetteter Systeme lernen sie Architektur und Arbeitsweise von Systemkomponenten sowie Methoden zum Entwurf und zur Optimierung der zugehörigen Komponenten bezüglich Geschwindigkeit, Energieverbrauch und Testbarkeit kennen. Anhand verschiedener Konzepte von Mikrocontroller- Prozessarchitekturen erarbeiten die Studierenden, welche Konzepte zur Informationsverarbeitung je nach Optimierungsziel für bestimmte Anwendungsdomänen besonders geeignet sind.

### Lernziele

Die Studierenden haben Kenntnis der spezifischen Eigenschaften von eingebetteten Systemen.

Die Studierenden kennen Basiskomponenten und daraus konstruierte Teilkomponenten eingebetteter Systeme.

Die Studierenden sind in der Lage, die daraus resultierenden Anforderungen an Schnittstellen und das Gesamtsystem zu erfassen.

Die Studierenden kennen die elementaren Konzepte zum Entwurf derartiger Systeme und Kriterien für die Partitionierung in Hardware bzw. Software.

Die Studierenden können spezifische Methoden aus der Softwaretechnik einerseits und dem Hardwareentwurf andererseits zu einer leistungsfähigen Entwurfsmethodik kombinieren, sowie die Anforderungen bzgl. Größe, Reaktionszeiten, Kosten und Energieverbrauch des resultierenden Gesamtsystems berücksichtigen.

Institut für Informatik, Institut für Mikrosystemtechnik  
Verpflichtend zu belegen zur Vorbereitung auf die Vertiefungsmodule

ECTS: 6

Frequenz: jedes Wintersemester

Sprache: Deutsch/Englisch

Prüfung: schriftlich (Klausur)

Workload	in h
Selbstlernphase	105
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	12
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Grundlagen der Technischen Informatik
- Methodenmodule (sofern laut Studienplan zu belegen) (IEMS)

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Abschließende Prüfung in Freiburg

*Literatur*

- Ashenden, P. n.d. *The Designer's Guide to VHDL*. Morgan Kaufmann.
- Lange, W., and M. Bogdan. 2013. *Entwurf Und Synthese von Eingebetteten Systemen*. Oldenbourg.
- Marwedel, P. n.d. *Embedded System Design: Embedded Systems, Foundations of Cyber-Physical Systems*. Springer.
- Rabaey, J. 2003. *Digital Integrated Circuits: A Design Perspective*. Prentice-Hall.
- Reichardt, J., and B. Schwarz. n.d. *VHDL-Synthese: Entwurf Digitaler Schaltungen Und Systeme*. Oldenbourg.
- Teich, J., and C. Haubelt. n.d. *Digitale Hardware/Software-Systeme*. Springer.
- Weste, N., and K. Eshraghian. 1993. *Principles of CMOS VLSI Design; A Systems Perspective*. Addison-Wesley.



## *Vertiefungsmodule*

Aufbauend auf den Basismodulen haben Studierende die Möglichkeit, je nach besonderen Vorkenntnissen oder Interessen bis zu sechs Module aus einer Menge von Vertiefungsmodulen im Sinne von Wahlpflichtmodulen auszuwählen.

Die Teilnahme an diesen Modulen ist nicht an eine bestimmte Reihenfolge oder einen Modellstudienplan gebunden.

Es gibt einen Pool von Vertiefungsmodulen, die in jährlichem oder zweijährlichem Turnus angeboten werden.

Die Vertiefungsmodule werden ebenfalls als Online-Module angeboten.

## Echtzeit-Betriebssysteme und Zuverlässigkeit

Prof. Dr. Christoph Scholl

Vertiefungsmodul

Vor allem bei sicherheitskritischen Anwendungen – wie zum Beispiel in der Flugüberwachung oder bei der Steuerung und Überwachung chemischer Prozesse – ist die Zuverlässigkeit eingebetteter Systeme unverzichtbar. In diesem Modul beschäftigen sich die Studierenden mit den Anforderungen an die Echtzeitfähigkeit von Betriebssystemen für eingebettete Systeme und lernen, diese Anforderungen beim Systementwurf erfolgreich umzusetzen. Die Anforderungen an und Realisierungskonzepte für Echtzeit-Betriebssysteme eingebetteter Systeme unterscheiden sich wesentlich von Standard-Betriebssystemen. Beim Entwurf zuverlässiger Echtzeit-Betriebssysteme muss nicht nur die Einhaltung von Zeitbedingungen gewährleistet sein. Auch die gemeinsame Ressourcennutzung sowie die Synchronisation und Kommunikation verschiedener Prozesse in eingebetteten Systemen müssen berücksichtigt werden. Im Modul erproben die Studierenden verschiedene Methoden zur Laufzeitabschätzung und Scheduling-Verfahren zur Einhaltung von Zeitbedingungen und lernen, diese zu klassifizieren und hinsichtlich ihrer Güte und Kosten zu analysieren. Neben der Sicherstellung der Zuverlässigkeit der entworfenen Software lernen sie auch, die Zuverlässigkeit der umgebenden Hardwarekomponenten zu erreichen.

### Lernziele

Die Studierenden erlernen, wie man zuverlässige Betriebssysteme für sicherheitsrelevante Systeme entwickelt.

Die Studierenden haben einen Überblick über Standard-Betriebssysteme sowie hardwaremäßige Voraussetzungen für Betriebssysteme.

Die Studierenden beschäftigen sich mit Betriebssystemen für Eingebettete Systeme (ES) und folgen der Frage, wie Anforderungen bzgl. Echtzeitfähigkeit erfüllt werden können.

Des Weiteren lernen die Studierenden Methoden zur Laufzeitabschätzung und Scheduling-Verfahren zur Einhaltung von Zeitbedingungen kennen, insbesondere im Hinblick auf den Entwurf zuverlässiger ES für sicherheitskritische Anwendungen.

### Literatur

Buttazzo, G. 2002. *Hard Real-Time Computing Systems*. Kluwer Academic Publishers.

Institut für Informatik  
Frei wählbar in der laut Studienplan benötigten Anzahl

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Sommersemester  
Sprache: Deutsch  
Prüfung: mündlich

Workload	in h
Selbstlernphase	105
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	12
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Grundlagen von eingebetteten Systemen und Technischer Informatik
- Basismodul Hardware und Software eingebetteter Systeme (IEMS)

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Abschließende Prüfung in Freiburg

- Cheng, A. 2002. *Real-Time Systems: Scheduling, Analysis, and Verification*. Wiley-Interscience.
- Marwedel, P. 2003. *Embedded System Design*. Kluwer Academic Publishers.
- Tanenbaum, A. 2002. *Moderne Betriebssysteme*. Pearson Studium.

## Einführung in Rechnernetze

Prof. Dr. Christian Schindelhauer  
Vertiefungsmodul

Vom Mobilfunknetzwerk bis zum Internet der Dinge – drahtlose Netzwerke sind ebenso unterschiedlich beschaffen wie die Aufgaben, die sie meistern, und stellen Entwickler\*innen vor verschiedenste Herausforderungen. In diesem Modul werden die allgemeinen Grundlagen im Bereich der Rechnernetze vermittelt und ein Bezug zu eingebetteten Systemen durch den Spezialfall der drahtlosen Sensornetze dargestellt. Wesentlich zum Verständnis der Rechnernetze sind die Strukturierung in Schichtenmodellen und der Begriff des Protokolls. Gemäß des Schichtenmodells werden Grundlagen in der physikalischen Schicht, der Sicherungsschicht, der Netzwerkschicht und der Transportschicht vermittelt. Nach einem kurzen Exkurs zu den Themen Sicherheit, Kryptographie und Entwurfsprinzipien von Anwendungen, wenden wir uns den speziellen Aspekten der drahtlosen Sensornetze zu. Diese verlangen spezifische Lösungen, da Sensorknoten oft nur über geringe Energieressourcen verfügen. Mit sogenannten datenzentrierten Algorithmen, die Sensoren und Aktuatoren hinsichtlich ihrer Funktion und ihres Orts ansprechen und nicht bezüglich ihrer Identität, lernen die Studierenden auch dafür die passende Lösung zu entwickeln.

### Lernziele

Mit dem erworbenen Wissen im Bereich Rechnernetze verstehen die Studierenden die bei der Entwicklung von Netzwerken auftretenden Probleme. Sie können Protokolle und Algorithmen einordnen und hinsichtlich ihrer Qualität bewerten, verstehen ihr Zusammenspiel und sind in der Lage für die spezifischen Kommunikationsprobleme eingebetteter Mikrosystem geeignete Lösungen zu finden.

### Literatur

Karl, Holger, and Andreas Willig. 2005. *Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks*. Wiley.  
Schiller, Jochen. 2000. *Mobile Communications*. Addison-Wesley.

Institut für Informatik  
Frei wählbar in der laut Studienplan benötigten Anzahl

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Wintersemester  
Sprache: Deutsch/Englisch  
Prüfung: mündlich

Workload	in h
Selbstlernphase	105
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	42
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Basismodul Hardware und Software eingebetteter Systeme (IEMS)

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Abschließende Prüfung in Freiburg

## Integrierte analoge CMOS-Schaltungen

Dr. Matthias Keller  
Vertiefungsmodul

Entwurf analoger CMOS-Schaltungen Kleinsignalersatzschaltbilder Stromquellen einstufiger Verstärker und sein Verhalten im Frequenzbereich, Differenzverstärker Rauschen in elektronischen Schaltungen Einführung in das Analog-Layout MEMS Sensor-Ausleseschaltungen.

### Lernziele

Die Studierenden verfügen über ein vertieftes Verständnis über den analogen CMOS- Schaltungsentwurf sowie über moderne eingebettete Systeme.

Die Studierenden kennen die elementaren Konzepte zum Entwurf derartiger Schaltungen.

Die Studierenden beherrschen weiterführende Schaltungstechniken, in eingebetteten Systemen benötigte analoge Schaltungskomponenten sowie die Schnittstellen zwischen analogen und digitalen Schaltungen.

Die Studierenden sind in der Lage, Schaltungen zu analysieren und zu synthetisieren, und zwar auf Transistor-, Block- und Systemebene.

Die Studierenden kennen verschiedene Anwendungen der diskutierten Schaltungen mit Fokus auf MEMS Sensor-Ausleseschaltungen.

### Literatur

Allen, P., and D. Holberg. n.d. *CMOS Analog Circuit Design*. Holt.  
Razavi, B. 2000. *Design of Analog CMOS Integrated Circuits*. McGraw-Hill.

Institut für Mikrosystemtechnik  
Frei wählbar in der laut Studienplan benötigten Anzahl

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Wintersemester  
Sprache: Deutsch  
Prüfung: schriftlich (Klausur)

Workload	in h
Selbstlernphase	105
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	12
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Grundlagen der Schaltungstechnik
- Basismodul Hardware und Software eingebetteter Systeme (IEMS)

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Abschließende Prüfung in Freiburg

## Messdatenerfassung und -verarbeitung

Prof. Dr. Stefan J. Rupitsch  
Vertiefungsmodul

Das Modul vermittelt allgemeine Grundlagen der Messtechnik und der digitalen Auswertung von Messsignalen. Zum elektrischen Auslesen von spannung-, strom- und frequenzgebenden, sowie resistiven, kapazitiven und induktiven Sensoren werden die zugehörigen Messbrücken, Operationsverstärkerschaltungen und analogen Messfilter erläutert. In die Grundlagen der Digitaltechnik werden digitale Zähl- und Rechenschaltungen, sowie Digital-Analog-/Analog-Digital-Umsetzer eingeführt. Zum Verständnis der Genauigkeit von Messsignalen werden Messabweichungen und dynamische Eigenschaften von Messvorgängen behandelt. Merkmale von Messvorgängen werden mittels Abtasttheorem, lineare zeitinvariante Systeme, Impulsantwort und Übertragungsfunktion erläutert. Merkmale von diskreten Messsignalen werden über die Integraltransformationen „Fourier-“, „Inverse Fourier-“, „Diskrete Fourier-“, „Fast Fourier-“ und z-Transformation verdeutlicht. Numerisches Glätten, Integrieren und Differenzieren werden wiederholt. Eigenschaften und Entwurf digitaler FIR- und IIR-Filter werden ausführlich behandelt. Zur Analyse stochastischer Signale werden Korrelation, Kurzzeit-Fouriertransformation, Wignerverteilung und Wavelettransformation eingeführt. Das Modul schließt mit einer Einführung in Bayes'sche Filter und insbesondere in Kalman-Filter.

### Lernziele

Die Studierenden verstehen grundlegende messtechnische Systeme und Verfahren.

Die Studierenden können spannung-, strom- und frequenzgebende Sensoren, sowie resistive, kapazitive und induktive Sensoren auslesen und die zugehörigen Aufnahme- und Auswerteschaltungen entwerfen.

Die Studierenden sind in der Lage, das analoge Messsignal digital abzutasten und die hierfür notwendigen AD- und DA-Umsetzer zu spezifizieren. Sie können Signale glätten, sowie numerisch differenzieren und integrieren.

Die Studierenden analysieren analoge und digitale Signale im Zeit- und Frequenz-Bereich, sowie digitale Signale auch im z-Bereich.

Zur spektralen Filterung entwerfen die Studierenden „Finite“ und „Infinite Impulse Response“- Filter.

Zur Erhöhung des Signal-zu-Rauschabstandes eliminieren sie systematische und statistische Fehler und minimieren verbleibende Stö-

Institut für Mikrosystemtechnik  
Frei wählbar in der laut Studienplan benötigten Anzahl

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Sommersemester  
Sprache: Deutsch  
Prüfung: schriftlich (Klausur)

Workload	in h
Selbstlernphase	105
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	12
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Grundlagen der Mathematik für Ingenieure (Komplexe Zahlen, Funktionentheorie, Integrieren, Differenzieren)
- Grundlagen der Elektrotechnik
- Basismodul Hardware und Software eingebetteter Systeme (IEMS)

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Abschließende Prüfung in Freiburg

rungen mit einem Kalman-Filter.

Die Studierenden sind in der Lage, eigene Messungen wissenschaftlich korrekt zu planen, durchzuführen, auszuwerten und zu interpretieren.

Für die Lokalisierung von Fehlerquellen ist ein Bewusstsein entstanden und auftretende Messfehler können qualitativ und quantitativ beurteilt werden.

Die praktischen Erfahrungen, um später eigene Messsysteme konzipieren und entwickeln zu können, sind vorhanden.

### *Literatur*

- Grüningen, D.Ch. 2008. *Digitale Signalverarbeitung*. Fachbuchverlag Leipzig.
- Ingle, V., and J. Proakis. 2011. *Digital Signal Processing Using MATLAB*. McGraw-Hill Education.
- Kammeyer, K., and K. Kroschel. 2009. *Digitale Signalverarbeitung: Filterung Und Spektralanalyse Mit MATLAB-Übungen*. Vieweg + Teubner.
- Lerch, R. 2012. *Elektrische Meßtechnik*. Springer.
- Mitra, S. 2011. *Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach*. McGraw-Hill Education.
- Oppenheim, A., J. Buck, and R. Schafer. 2004. *Zeitdiskrete Signalverarbeitung*. Pearson Studium.
- Patzelt, R., and H. Fürst. 1996. *Elektrische Messtechnik*. Springer.
- Scheithauer, R. 2005. *Signale Und Systeme*. Teubner Stuttgart.
- Schrüfer, E. 1992. *Signalverarbeitung: Numerische Verarbeitung Digitaler Signale*. Hanser.
- Schrüfer, E., L. Reindl, and B. Zagar. 2013. *Elektrische Messtechnik*. Hanser.

## Mikroaktorik

Prof. Dr. Ulrike Wallrabe, Dr. Matthias Wapler  
Vertiefungsmodul

Den Studierenden werden diverse Aktorprinzipien vorgestellt, um dann ihre Anwendungen und Umsetzungen zu diskutieren. Dabei werden die MST-spezifischen Vor- und Nachteile beleuchtet. Jedes Aktorprinzip beginnt mit einer Einführung in die speziellen Grundlagen. Danach werden typische Auslegungen, Designs und Anwendungen besprochen. Das Modul umfasst ausführlich fünf grundlegende Aktorvarianten: Elektrostatik: Plattenkondensator, Kammaktor, Kraftherleitung, Paschen-Effekt, Pull-in beim Plattenkondensator Elektromagnetik: Lorentz-Kraft, Reluktanzprinzip, Kleinstmotoren, Ferrofluide, magnetische Materialien Piezoelektrik: Piezoelektrischer Effekt, Materialklassifizierung, typische Bauformen von kommerziellen Komponenten, Einsatz in Mikrostrukturen Shape Memory: Shape Memory Effekt, Superelastizität, Strukturierung solcher Materialien, Anwendungsbeispiele insb. aus der Medizin Hydraulik: Strömungslehre, Skalierungsgesetze, Turbinen, Pumpen

Die Studierenden erhalten außerdem Einblicke in das Forschungsgebiet der Mikroaktorik, indem anhand von Ausführungs- und Anwendungsbeispielen diverser Aktorprinzipien (z.B. Reluktanzaktoren: Beispiele auf den Optical MEMS und Motoren, Wirbelstromaktoren – Magnetisches Schweben, dazu gehörend Fertigung von 3D Mikrospsulen) die Relevanz neuester wissenschaftlicher Forschungsergebnisse verdeutlicht wird.

Im Rahmen des Moduls erarbeiten die Studierenden ein Design für einen Piezoaktor und haben die Gelegenheit, dieses auch praktisch umzusetzen. Das Design der Piezoaktoren wird mit Hilfe von Simulationssoftware ausgelegt, die Piezos werden anschließend mit einem UV-Laser strukturiert und ihre Auslenkung mit einem Laserdistanzsensor vermessen. Im Team haben die Teilnehmenden die Möglichkeit, eine Anwendung aus ihrem Arbeitsumfeld umzusetzen. Die erzielten Ergebnisse werden abschließend vorgestellt und diskutiert.

### Lernziele

Die Studierenden lernen die wesentlichen Aktorprinzipien, die in der Mikrotechnik angewendet werden, kennen. Dies beinhaltet den jeweiligen physikalischen Hintergrund, die dazugehörigen Grundgleichungen, typische Auslegungsbeispiele und typische Anwendungsfälle.

Die Studierenden erfahren, wie man die Aktoren unter besonderer

Institut für Mikrosystemtechnik  
Frei wählbar in der laut Studienplan benötigten Anzahl

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Sommersemester  
Sprache: Deutsch  
Prüfung: schriftlich (Klausur)

Workload	in h
Selbstlernphase	75
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	34
Präsenz	16
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Grundlagen der Experimentalphysik, Elektrotechnik, Mechanik
- Methodenmodul Entwurf von Mikrosystemen (IEMS)

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Experten-vortrag in Freiburg



2-tägiger Präsenzworkshop in Freiburg (Praktikum und Seminarvortrag)



Abschließende Prüfung in Freiburg (in 2-tägigem Präsenzworkshop integriert)

Berücksichtigung der eingeschränkten Fertigungsmethoden auslegt und konstruiert.

Die Studierenden erhalten Kenntnis der jeweiligen Stärken und Schwächen sowie der Einschränkungen im Betrieb von solchen Aktoren.

Die Studierenden lernen, wann, warum und für welche Anwendung ein spezifisches Aktorkonzept herangezogen wird.

Anhand von Literaturarbeit mit ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen lernen die Studierenden die Bewertung und Nutzung wissenschaftlich relevanter Informationen im Bereich der Mikroaktuatorik und können diese in einer für Dritte verständlichen Form darstellen und präsentieren.

### *Literatur*

- Draheim, J., F. Schneider, R. Kamberger, C. Mueller, and U. Wallrabe. n.d. *Fabrication of a Fluidic Membrane Lens System*. *Journal of Micromechanics and Micro-Engineering* 19.
- Jendritza, D. 2008. *Technischer Einsatz Neuer Aktoren: Grundlagen, Werkstoffe, Designregeln Und Anwendungsbeispiele*. Expert-Verlag.
- Kohl, M. 2004. *Shape Memory Microactuators*. Springer.
- Tabib-Azar, M. 1998. *Microactuators: Electrical, Magnetic, Thermal, Optical, Mechanical, Chemical and Smart Structures*. Kluwer Academic Publishers.
- Toshiyoshi, H., D. Kobayashi, M. Mita, G. Hashiguchi, H. Fujita, J. Endo, and Y. Wada. n.d. *Microelectromechanical Digital-to-Analog Converters of Displacement for Step Motion Actuators*. *Journal of Microelectromechanical Systems* 9.
- Wapler, M., J. Brunne, and U. Wallrabe. n.d. *A New Dimension for Piezo Actuators: Free-Form Out-of-Plane Displacement of Single Piezo Layers*. *Smart Materials and Structures* 22.

## Modellierung und Tests in der Softwareentwicklung

Prof. Dr. Peter Thiemann  
Vertiefungsmodul

Die Veranstaltung gliedert sich in vier Teile: Spezifikation durch Typen (Operationelle Semantik, Objektorientierte Typsysteme, Protocol Checking, Werkzeuge: ELF, Twelf) Spezifikation durch Logik: Design by Contract (Monitoring vs. Static Checking, Hoare Kalkül, Separation Logics, Erzeugung von Verification Conditions, Werkzeuge: ESC/Java, Spec#) Semiformale Techniken: UML (Klassendiagramme, Zustandsdiagramme, Aktivitätsdiagramme, OCL, Metamodellierung, Werkzeuge: Eclipse Modeling Framework EMF/GMF) Testen (Testfallgenerierung aus Vor- und Nachbedingungen, Coverage Kriterien, Werkzeuge: JUnit) Bei den Werkzeugen handelt es sich jeweils um spezielle Software, die in den Übungen praktisch eingesetzt wird.

### Lernziele

Die Studierenden lernen eine Palette von formalen und semi-formalen Methoden zur Beschreibung von Programmiersprachen und zur Unterstützung der Softwareentwicklung kennen. Die Studierenden kennen die formalen Grundlagen der Methoden und ihre Grenzen.

Sie erhalten Kenntnisse über Werkzeuge zur Unterstützung von Methoden und können diese einsetzen.

Die Studierenden beherrschen grundlegende Testmethodiken und sind in der Lage ausgehend von Qualitätsanforderungen und formalen Spezifikationen Testpläne zu erstellen.

Die Studierenden sind mit entsprechenden Testwerkzeugen vertraut und können automatische Testszenarien entwerfen, einsetzen und durchführen.

### Literatur

- Beizer, B. 1990. *Software Testing Techniques*. Von Nostrand Reinhold.
- Broy, M., B. Jonsson, J-P. Katoen, M. Leucker, and A. Pretschner. 2005. *Model-Based Testing of Reactive Systems: Advanced Lectures*. LNCS. Springer.
- D'Souza, D., and A. Wills. 1998. *Objects, Components, Frameworks with UML: The Catalysis Approach*. Addison- Wesley.
- Fewster, M., and D. Graham. 1999. *Software Test Automation*. Addison Wesley.
- Meyer, B. 1997. *Object-Oriented Software Construction*. Prentice-Hall.
- Pierce, B. 2002. *Types and Programming Languages*. MIT Press.

Institut für Informatik  
Frei wählbar in der laut Studienplan benötigten Anzahl

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Sommersemester  
Sprache: Deutsch  
Prüfung: mündlich

Workload	in h
Selbstlernphase	105
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	12
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Fundierte Programmierkenntnisse
- Methodenmodul Entwurf, Analyse und Umsetzung von Algorithmen (IEMS)

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Abschließende Prüfung in Freiburg

Richters, M. 2002. *Precise Approach to Validating UML Models and OCL Constraints*. Logos Verlag Berlin.

## Regelungstechnik

Prof. Dr. Moritz Diehl, Jochem De Schutter  
Vertiefungsmodul

Einführung Modellierung dynamischer Systeme Eingangsausgangsdarstellung Dynamisches Verhalten linearer Systeme Laplacetransformation und Übertragungsfunktion Frequenzgang und Bode-Diagramm Regelungssysteme Stabilität von Regelungssystemen Der PID Regler Reglerentwurf im Frequenzraum Regelung im Zustandsraum Zustandsschätzung Zusammenfassung

### Lernziele

Die Studierenden besitzen die Kernkompetenzen der Ingenieurausbildung, d.h. sie kennen die wichtigsten Grundelemente und Strukturen dynamischer Systeme, ihre Beschreibungsformen und charakteristische Verhaltensweisen.

Die Studierenden sind mit den fundamentalen Aufgabenstellungen der Regelungs- und Steuerungstechnik und adäquaten Methoden zu deren Behandlung vertraut.

Die Studierenden sind in der Lage, vorhandene oder auch neue technische Prozesse mathematisch zu beschreiben, zu analysieren und in gewünschter Weise zu automatisieren.

### Literatur

Föllinger, O. 1994. *Regelungstechnik. Einführung in Die Methoden Und Ihre Anwendung.* Hüthig.

Franklin, G., J. Powell, and A. Emami-Naeini. n.d. *Feedback Control of Dynamic Systems.* Pearson.

Lunze, J. 2004. *Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse Und Entwurf Einschleifiger Regelungen.* Springer.

Institut für Mikrosystemtechnik  
Frei wählbar in der laut Studienplan benötigten Anzahl

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Sommersemester  
Sprache: Deutsch  
Prüfung: schriftlich (Klausur)

Workload	in h
Selbstlernphase	90
Online-Kommunikation	40
Kompetenznachweis	12
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Grundlagen der Mathematik wie sie in Veranstaltungen wie Mathematik für Ingenieure II gelehrt werden (Differentialgleichungen, Matrizen, Laplace-Transformation etc)
- Grundlagen in Elektrotechnik
- Methodenmodul Mikroelektronische Bauelemente und Grundsaltungen (IEMS)
- Methodenmodul Entwurf von Mikrosystemen (IEMS)

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Abschließende Prüfung in Freiburg

## Sensorik

Prof. Dr. Oliver Paul, Dr. Jochen Kieninger  
Vertiefungsmodul

Das Modul gibt einen Überblick über Methoden und Technologien zur Realisierung von Sensoren und Aktuatoren mit dem Fokus auf Mikrotechnologie. Beginnend mit den Grundlagen der Sensorik werden bionische Prinzipien und die Sensortheorie basierend auf der Thermodynamik gegeben. Das Modul beinhaltet die wichtigsten physikalischen Sensoren zur Messung von Temperatur, Kraft, Druck, Beschleunigung, Drehrate. Weiter werden Strömungs-, magnetische und Weg/Winkelsensoren präsentiert. In jedem Kapitel werden elektronische Interfaceschaltungen und Linearisierungen erläutert mit Schwerpunkt auf industrienahe technologischer Realisierung und Produktion. Mit Beispielen aus der Praxis werden die Probleme der Realität den Studierenden näher gebracht.

### Lernziele

Die Studierenden kennen alle wichtigen technischen Sensorprinzipien und deren Messbereiche und Genauigkeiten, Produktions- und Herstellungstechnologien. Die Studierenden kennen ausgewählte technische Aktorprinzipien und deren Anwendungsfelder und Fertigung.

Die Studierenden haben ein Verständnis der Thermodynamik und der physikalischen Konversionsprinzipien zur Realisierung von Sensorfunktionen. Die Studierenden können für eine bestimmte Aufgabe das richtige Sensorprinzip und Messwerterfassung auswählen. Die Studierenden haben die Fähigkeiten, neue Sensorprinzipien und -technologien zu entwickeln.

### Literatur

Elbel, T. 1996. *Mikrosensorik: Eine Einführung in Technologie Und Physikalische Wirkungsprinzipien von Mikrosensoren*. Teubner.

Gardner, J. 2001. *Microsensors, MEMS and Smart Devices: Technology, Applications and Devices*. Wiley.

Heywang, W. n.d. *Sensorik*. Springer.

Janocha, H. 1992. *Aktoren. Grundlagen Und Anwendung*. Springer.

Middelhoeck, S. 1989. *Physics of Silicon Sensors: Microelectronics and Signal Processing*. Academic Press Inc.

Profos, P., and T. Pfeifer. n.d. *Handbuch Der Industriellen Messtechnik*. Oldenbourg.

Sze, S. 1994. *Semiconductor Sensors*. Wiley.

Institut für Mikrosystemtechnik  
Frei wählbar in der laut Studienplan benötigten Anzahl

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Wintersemester  
Sprache: Deutsch  
Prüfung: schriftlich (Klausur)

Workload	in h
Selbstlernphase	105
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	12
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>180</b>

Voraussetzungen:

- Grundlagen der Elektrotechnik
- Grundlagen der Experimental-Physik I und II (empfohlen)
- Grundlagen der Festkörperphysik (empfohlen)
- Basismodul Hardware und Software eingebetteter Systeme (IEMS)

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Abschließende Prüfung in Freiburg

Tränkler, H-R., and L. Reindl. n.d. *Sensortechnik: Handbuch Für Praxis Und Wissenschaft*. Springer.

Völklein, F., and T. Zetterer. 2000. *Einführung in Die Mikrosystemtechnik*. Vieweg.

## Verifikation eingebetteter Systeme

Prof. Dr. Ralf Wimmer, Prof. Dr. Christoph Scholl, Leonore Winterer  
Vertiefungsmodul

Viele moderne Produkte basieren auf mikroelektronischen Komponenten, deren korrekte Bauweise und zuverlässige Funktionalität unter Umständen – etwa in der Medizintechnik oder der Autoelektronik – lebenswichtig sein können. Daher werden hohe Anforderungen an die Qualität der in den Produkten eingesetzten mikroelektronischen Systeme gestellt. In diesem Modul lernen die Studierenden verschiedene Verifikationsmethoden für digitale Komponenten kennen, mit denen es ihnen gelingt, subtile Fehler in Protokollen und Hardwareimplementierungen aufzuspüren und Entwicklungsfehler zu vermeiden. Damit ein mikroelektronisches System den Ansprüchen an seine Qualität gerecht werden kann, muss es – neben weiteren Anforderungen wie der fehlerfreien Funktionsweise zum Zeitpunkt der Herstellung und über einen längeren Zeitraum hinweg – korrekt entsprechend der Spezifikation entworfen sein. Mit verschiedenen Verifikationsmethoden können sowohl Systemeigenschaften formal nachgewiesen werden als auch die Übereinstimmung des Entwurfs mit einer gegebenen Spezifikation überprüft werden. Neben existierenden Basistechniken zur formalen Verifikation machen die Studierenden sich darauf aufbauend mit Ansätzen zum Äquivalenzvergleich sowie zur Eigenschaftsprüfung vertraut. Die erworbenen Kenntnisse sind grundlegend nicht nur für die Verifikation von digitalen Schaltungen, sondern bilden auch das Fundament der Verifikationstechniken für (eingebettete) Software und hybride Systeme.

### Lernziele

Die Studierenden kennen die Grundfragen der formalen Verifikation im Unterschied zur reinen Simulation von Schaltungen und Systemen und können davon ausgehend wichtige algorithmische Techniken anwenden und gegebenenfalls an neue Bedürfnisse anpassen. Die Studierenden lernen mögliche Gefahren im Falle des fehlerhaften Entwurfs eingebetteter Systeme zu erkennen und das Instrumentarium zum Nachweis und zur Vermeidung solcher Fehler (insbesondere durch formale Methoden) zu beherrschen.

### Literatur

Drechsler, R., and B. Becker. 1998. *Graphenbasierte Funktionsdarstellung: Boolesche Und Pseudo-Boolesche Funktionen*. Teubner.

Institut für Informatik  
Frei wählbar in der laut Studienplan benötigten Anzahl

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Wintersemester  
Sprache: Deutsch  
Prüfung: mündlich

Workload	in h
Selbstlernphase	105
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	12
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>180</b>

Voraussetzungen:

- Grundlagen der Technischen Informatik
- Grundlagen der Theoretischen Informatik
- Basismodul Hardware und Software eingebetteter Systeme (IEMS)

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Abschließende Prüfung in Freiburg

- Hachtel, G., and F. Somenzi. 1996. *Logic Synthesis and Verification Algorithms*. Kluwer Academic Publishers.
- Kropf, T. 1999. *Introduction to Formal Hardware Verification*. Springer.

## Vernetzte Eingebettete Systeme

Prof. Dr. Axel Sikora  
Vertiefungsmodul

Im Rahmen dieses Moduls werden die Grundlagen geschaffen, vernetzte eingebettete Systeme (auch cyberphysische Systeme - CPS) zu verstehen und zu bewerten. Mit dem Wissen um die Herausforderungen bei der Vernetzung sind die Studierenden in der Lage, cyberphysische Systeme zu planen und einzusetzen. Das Modul legt zunächst die Grundlagen im Bereich der Kommunikationsprotokolle und diskutiert dabei die spezifischen Eigenschaften sowohl drahtgebundener Protokolle wie CAN und Profibus als auch drahtloser Protokolle wie W-Lan und ZigBee. Insbesondere wird im Bereich der immer wichtiger werdenden drahtlosen Kommunikation erarbeitet, welche Herausforderungen hinsichtlich Sicherheit, Echtzeitfähigkeit und Energieeffizienz in dieser Anwendungsdomäne bestehen. Darauf aufbauend befassen die Studierenden sich mit den anwendungsspezifischen Aspekten von verteilten und miteinander vernetzten eingebetteten Systemen. Anhand zweier Beispiele aus der Praxis lernen sie, welche Auswirkungen Design-Entscheidungen, wie etwa ein spezifisches Routing-Protokoll, auf eine mögliche Implementierung haben. Mithilfe der Entwicklungsumgebung Contiki werden sie auf Simulationsbasis beispielhafte vernetzte eingebettete Systeme umsetzen und die Auswirkungen Ihrer Design-Entscheidungen auf die Kommunikation der Module untereinander „hautnah“ erfahren. Mit dem erworbenen Wissen sind die Studierenden in der Lage, die spezifischen Herausforderungen bei der Vernetzung eingebetteter Systeme zu verstehen. Sie kennen nicht nur den Aufbau von Kommunikationsprotokollen, sondern können die verschiedenen Optionen gegenüberstellen und hinsichtlich eines spezifischen Einsatzszenarios bewerten. Weiterhin sind sie mit den grundlegenden Funktionen der Entwicklungsumgebung Contiki vertraut, die es ihnen ermöglicht, Anwendungen drahtloser Sensornetzwerke zu simulieren.

Motivation und Einführung Überblick Kommunikationsmodelle und -Protokolle (Client-Server, Peer-to-Peer, . . .) Grundlagen der draht(un)gebundenen Bitübertragungsschicht (Physical Layer) Grundlagen der Vermittlungsschicht (Data Link Layer) Netzwerk-Management Beispiele drahtgebundener Kommunikationsprotokolle Kommunikationsprotokolle für die Gebäude-Automatisierung Praxisbeispiele – Arbeit mit der Entwicklungsumgebung Contiki

HS Offenburg, Institut für Informatik  
Frei wählbar in der laut Studienplan benötigten Anzahl

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Sommersemester  
Sprache: Deutsch/Englisch  
Prüfung: mündlich

Workload	in h
Selbstlernphase	92
Online-Kommunikation	30
Kompetenznachweis	12
Präsenz	16
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Grundlegende Kenntnisse in Nachrichtentechnik
- Grundlegende Kenntnisse in Kommunikationstechnik (ISO-OSI-Referenzmodell, Aufbau von Protokollstapeln)
- Basismodul Hardware und Software eingebetteter Systeme (IEMS)

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Präsenztage in Freiburg



Abschließende Prüfung in Freiburg

*Lernziele*

Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Besonderheiten und Herausforderungen bei der drahtlosen und drahtgebundenen Vernetzung verteilter eingebetteter Systeme zu verstehen. Die Studierenden kennen den internen Aufbau von Kommunikationsprotokollen.

Die Studierenden sind in der Lage, für die verschiedenen Anwendungen im Bereich Cyber Physical Systems optimale Kommunikationsprotokolle auszuwählen und einzusetzen.

Die Studierenden können Anpassungen und Erweiterungen zu Kommunikationsprotokollen selbst entwerfen.

Die Studierenden kennen die grundlegenden Funktionen der Entwicklungsumgebung Contiki.

Die Studierenden können mit Hilfe der in Contiki bereitgestellten Simulationsumgebung Anwendungen drahtloser Sensornetzwerke simulieren.

*Literatur*

A.Sikora, A.Sikora. 2003. *Technische Grundlagen Der Rechnerkommunikation: Internet-Protokolle Und Anwendungen*. Carl Hanser Verlag.

Bauernhansl, T., M. Hompel, and B. (Hrsg.). 2014. *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung Und Logistik: Anwendung, Technologien, Migration*. Springer.

Bensky, A. 2004. *Short-Range Wireless Communication: Fundamentals of RF System Design and Application*. Elsevier.

Schnell, G., and B. Wiedemann. 2008. *Bussysteme in Der Automatisierungs- Und Prozesstechnik: Grundlagen, Systeme Und Trends Der Industriel- len Kommunikation*. Vieweg+Teubner Verlag.

Shelby, Z., and C. Bormann. 2009. *6LoWPAN: The Wireless Embedded Internet*. John Wiley & Sons.

## *Managementmodule*

Neben Methoden-, Basis- und Vertiefungsmodulen werden einige weitere Module angeboten. Abhängig vom Studienplan müssen die weiteren Module in unterschiedlicher Anzahl belegt werden.

Die Betreuung erfolgt durch Dozierende sowie Tutoren und Tutorinnen der DHBW und Universität sowie durch Fachexperten aus der freien Wirtschaft.

## Managementmodul I (Teil 1): Projektmanagement

Christian Geißler  
Managementmodul

In der Theorie wird ein „Projekt“ als ein Vorhaben bezeichnet, dass im Wesentlichen durch die Einmaligkeit seiner Bedingungen in der Gesamtheit gekennzeichnet ist. Dies bezieht sich auf die Zielvorgabe, Begrenzungen zeitlicher, finanzieller und personeller Art, Organisationsform oder durch die Abgrenzung gegenüber anderen Vorhaben. In der Praxis wird ein Projekt durch folgende Begrenzungen definiert: ein Vorhaben, das in vorgegebener Zeit und mit beschränktem Aufwand ein eindeutiges Ziel erreichen soll, wobei dem genauen Lösungsweg weder vorgegeben noch bekannt ist. Alternativ kann die Einmaligkeit auch unter dem Gesichtspunkt bestehender Risiken (Termin-, Kosten- oder Qualitätsrisiko) festgestellt werden. Die Studierenden werden mit einem ausführlichen Skript in die theoretischen Grundlagen des Projektmanagements eingeführt. Die Studierenden lernen im Rahmen dieses Moduls sowohl die theoretischen Grundlagen, als auch die praktischen Probleme des Projektmanagements kennen. Anhand eines im Team zu bearbeiteten Projekts wird in der Abschlussveranstaltung das erlernte Wissen durch eine Präsentation des erarbeiteten Projekts überprüft.

### Lernziele

Notwendigkeit, Ziele und Gegenstand des Projektmanagements kennen

Projektmanagement als komplexes Problemlösen begreifen  
Begriffe wie „Projekt“ und „Projektmanagement“ und andere relevante Begriffe erläutern

Projektziele formulieren und ein Projekt hinreichend beschreiben sowie eine „systemische Projektsicht“ entwickeln können  
des adäquaten Einsatzes und kompetenten Umgangs mit den Instrumenten und Techniken der Projektplanung erlernt haben  
Profile und Aufgaben des/der Projektmanager/in und des/der Projektleiter/in kennen und die Kosten eines Projektes einschätzen können.

### Literatur

- Bohinc, T. 2006. „Projektmanagement: Soft Skills Für Projektleiter.“  
GABAL.  
Peipe, S. 2003. „Crashkurs Projektmanagement.“ *Haupe-Lexware*.

externer Lehrbeauftragter  
Verpflichtend zu belegen.

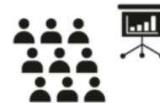
ECTS: 3  
Frequenz: jedes Wintersemester  
Sprache: Deutsch  
Prüfung: Projektdokumentation, Präsentation

Workload	in h
Selbstlernphase	30
Online-Kommunikation	28
Kompetenznachweis	5
Präsenz	12
<b>Summe</b>	<b>75</b>

Voraussetzungen:

- keine

Ablauf:



Einführungsveranstaltung  
in Freiburg



Projektbearbeitung



Abschlusspräsentation

- Schelle, H. 2004. *Projekte Zum Erfolg Führen: Projektmanagement Systematisch Und Kompakt*. Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Schulz-Wimmer, H. 2007. *Projekte Managen: Werkzeuge Für Effizientes Organisieren, Durchführen Und Nachhalten von Projekten*. Haufe-Lexware.

## Managementmodul I (Teil 2): Gewerblicher Rechtsschutz

Gerd Köpe  
Managementmodul

Kenntnisse im Gewerblichen Rechtsschutz: in Deutschland, im EU-weiten Umfang, in wichtigen, insbesondere für Forschungsaufenthalte relevanten Ländern in Übersee. Weitere Inhalte: Was ist geistiges Eigentum? Geschichte geistigen Eigentums, Kritik am klassischen System geistigen Eigentums, Rechtliche Rahmenbedingungen zum Schutz geistigen Eigentums, Unterstützung bei Problemen mit geistigem Eigentum. Des Weiteren werden Basis-Kenntnisse zur Nutzung von Informationen, die aus gewerblichen Schutzrechten (insbesondere Patenten) gezogen werden können, in der eigenen Forschung vermittelt.

### Lernziele

Die Studierenden kennen die Grundlagen des gewerblichen Rechtsschutzes.

Die Studierenden sind in der Lage, Informationen aus Schutzrechten (insbesondere Patenten) für die eigene Forschung zu verwenden.

Die Studierenden sind in der Lage, Probleme im Umgang mit geistigem Eigentum zu lösen

Die Studierenden wissen um die Möglichkeiten der Sicherung des Finanzierungs-Rückflusses bei der Verwertung von Erfindungen.

### Literatur

Burkart, S. 2006. *Globalisierung Und Gewerblicher Rechtsschutz: Produktpiraterie Als Herausforderung an Das Unternehmerische Schutzrechtsmanagement. Diplomarbeiten Agentur.*

Eisenmann, H., and U. Jautz. 2006. *Gewerblicher Rechtsschutz. C.F. Müller.*

externer Lehrbeauftragter  
Verpflichtend zu belegen.

ECTS: 3  
Frequenz: jedes Wintersemester  
Sprache: Deutsch  
Prüfung: schriftlich (Klausur)

Workload	in h
Selbstlernphase	32
Online-Kommunikation	10
Kompetenznachweis	17
Präsenz	16
<b>Summe</b>	<b>75</b>

Voraussetzungen:

- keine

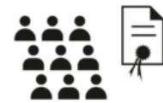
Ablauf:



Präsenzwochenende in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Abschließende Prüfung in Freiburg

## Managementmodul II: Projektmanagement in Softwareengineering für Embedded Systems

Prof. Dr. Eckhart Hanser, Prof. Dr. Reiner Göppert  
Managementmodul

Software-Entwicklungsprojekte scheitern häufig nicht an technologischen Problemen. In vielen Fällen sind organisatorische Probleme und Projektleitungsdefizite Gründe für das Scheitern von Projekten. Kursinhalt: Inhaltlicher und organisatorischer Überblick über Projektmanagement in Software Engineering für Embedded Systems, Einführung in Gruppenarbeitsmethoden über Ilias (Forum, Wiki, Etherpad, Adobe Connect etc.), Prozessmodelle: Wasserfall-Modell, V-Modelle (V-Modell, V-Modell XT), Agile Methoden: SCRUM, Agiles Manifest und Extreme Programming, Risikoanalyse (FMEA Analyse), Vertiefung eines ausgewählten SE-Modells, Vor- und Nachteile von Prozessmodellen im Allgemeinen und im Anwendungsgebiet Embedded Systems, Selbst- und Fremdeinschätzung bzgl. Rollen im Team, Bearbeitung eines Projekts aus der Embedded-Praxis, das nach der agilen Methode SCRUM durchgeführt wird, Projektdokumentation (SCRUM-Artefakte), Zielgruppenspezifische Präsentation der Projektergebnisse, Reflektion der Projektarbeit

### Lernziele

Die Studierenden kennen die Merkmale und den Ablauf aktueller klassischer Vorgehensmodelle bzw. agiler Modelle im Softwareentwicklungsbereich.

Die Studierenden kennen das Vorgehen bei FMEA als Methode für die Risikoanalyse.

Sie können Vor- und Nachteile ausgewählter Vorgehensmodelle im Kontext von Embedded Systems herausstellen.

Die Studierenden können Einsatzmöglichkeiten eines ausgewählten Modells im unternehmenseigenen Umfeld bzw. im Kontext von Embedded Systems hinterfragen.

Die Studierenden besitzen ein Verständnis über die Rollen bei SCRUM.

Die Studierenden können ein Software-Projekt aus dem Embedded-Bereich mit Hilfe von SCRUM umsetzen.

Die Studierenden können die SCRUM-Artefakte erstellen.

Die Studierenden können die Projektplanung und -durchführung und ihren eigenen Lernfortschritt begutachten, evaluieren und daraus Schlüsse für zukünftige Projekte ziehen.

DHBW Lörrach, Institut für Informatik  
verpflichtend in Studienplanvariante 4 zu belegen

ECTS: 6

Frequenz: jedes zweite Wintersemester

Sprache: Deutsch

Prüfung: mündlich

(Projektpräsentation)

Workload	in h
Selbstlernphase	56
Online-Kommunikation	54
Kompetenznachweis	8
Präsenz	32
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Grundlegende Programmierkenntnisse in einer objektorientierten Programmiersprache (z.B. Java, C++)
- Teamfähigkeit

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Präsenzwochenende in Freiburg



Projektbearbeitung



Abschlusspräsentation in Freiburg

*Literatur*

Hanser, E. 2010. *Agile Prozesse: Von XP Über Scrum Bis MAP*. Springer.

Hesse, W. 2008. *V-Modelle Für Den Software-Entwicklungsprozess*. Springer.

## *Praktikumsmodule*

Neben Methoden-, Basis-, Vertiefungs- und Managementmodulen werden einige weitere Module angeboten. Abhängig vom Studienplan müssen die weiteren Module in unterschiedlicher Anzahl belegt werden.

Die Betreuung erfolgt durch Dozierende sowie Tutoren und Tutorinnen der DHBW und Universität sowie durch Fachexperten aus der freien Wirtschaft.

## Messtechnik und Sensorik

Prof. Dr. Stefan Rupitsch, Hans Baumer, Uwe Burzlaff  
Praktikum

Das Praktikum schließt in der Regel an das Vertiefungsmodul „Messdatenerfassung und -verarbeitung“ an, kann aber auch eigenständig absolviert werden. Es dient dazu, den Studierenden die theoretisch vermittelten Konzepte und Methoden anhand wohl definierter Aufgaben näherzubringen und den Praxisbezug herzustellen. Die Versuche sind auf Anwendungen in der Mikrosystemtechnik abgestimmt. Deshalb werden vorzugsweise Sensoren aus diesem Bereich verwendet. Dennoch sind die Prinzipien möglichst allgemeingültig gehalten. Das Praktikum vermittelt zunächst grundlegende Erfahrungen in der elektrischen Messung physikalischer und mechanischer Größen wie Weg, Winkel, Kraft, Dehnung, Temperatur, magnetische Feldstärke, etc. Nach der Messung elektrischer Größen, wie Spannung, Strom, Widerstand und Impedanz, werden elementare elektronische Messschaltungen aufgebaut und angewendet. Der Umgang mit typischen Labormessgeräten, wie Oszilloskop, Digitalmultimeter und Frequenzgenerator wird vertieft. Die Datenerfassung und Auswertung der Datensätze kann dabei über LabView erfolgen. Bei den Versuchsprotokollen wird besonderen Wert auf die Erstellung aussagekräftiger Auswertungen und die Betrachtung der auftretenden Messfehler gelegt. Die äußere Form der Ausarbeitungen muss dabei normgerecht erfolgen.

### Lernziele

Die Studierenden kennen die konkrete Erscheinungsform abstrakter Konzepte und Methoden in heutigen Systemen der Informatik und Mikrosystemtechnik.

Die Studierenden können auch komplexe Systeme zur Hard- und Softwareentwicklung handhaben und ihre Einsatzmöglichkeiten zur Lösung anspruchsvoller Aufgaben beurteilen.

Die Studierenden sind in der Lage, in begrenzter Zeit mit den zur Verfügung gestellten Mitteln eine definierte Aufgabe zu lösen, deren Lösung zu dokumentieren und abschließend zu präsentieren. Des Weiteren kennen die Studierenden die wichtigsten Prinzipien der elektrischen Messtechnik.

Mit dem praktischen Umgang mit Messtechnik-Hardware, wie Sensoren, Labor-Messgeräten, Oszilloskop, Messdatenerfassungs-PC sowie dem praktischen Einsatz der Instrumentierungs-Software LabView sind die Studierenden vertraut.

Die Studierenden sind in der Lage Messungen selbstständig vorzubereiten, durchzuführen, zu dokumentieren und auszuwerten

Institut für Mikrosystemtechnik  
Frei wählbar in der laut Studienplan benötigten Anzahl

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Sommersemester  
Sprache: Deutsch  
Prüfung: Protokolle

Workload	in h
Selbstlernphase	85
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	20
Präsenz	24
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Basismodul Hardware und Software eingebetteter Systeme (IEMS)
- Das zum Themengebiet passende Vertiefungsmodul (empfohlen) (IEMS)

Ablauf:



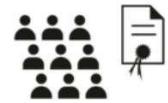
Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



2 Präsenzpraktika in Freiburg



Abschließende Prüfung: Nachbereitung des Praktikums

und können aus den Messergebnissen Schlussfolgerungen ableiten. Die Studierenden können Messfehler analysieren und abschätzen, sowie deren stochastische Effekte berücksichtigen und sind ebenfalls in der Lage, die Qualität der Messungen kritisch zu beurteilen und Grenzen aufzuzeigen.

Die Studierenden sind in der Lage, eigene Messungen wissenschaftlich korrekt zu planen, durchzuführen, auszuwerten und zu interpretieren. Sie haben ein Bewusstsein für die Lokalisierung von Fehlerquellen und können auftretende Messfehler qualitativ und quantitativ beurteilen.

### *Literatur*

Becker, W.-J., K.W. Bonfig, and K. Höing. 1999. *Handbuch Elektrische Messtechnik*. Hüthig Verlag.

Profos, P., and T. Pfeifer. n.d. *Grundlagen Der Messtechnik*. Oldenbourg Verlag.

Schmusch, W. n.d. *Elektrische Messtechnik*. Vogel.

Schrüfer, E. n.d. *Elektrische Messtechnik*. Hanser.

## Microcontroller und FPGA-Systeme

Dr-Ing Tanja Harbaum, M. Sc. Patrick Schmidt  
Praktikum

Mit Hilfe eines mobilen FPGA-basierten Entwicklungssystems, das neben einem FPGA sowohl analoge als auch digitale Bausteine, wie Sensoren, Aktuatoren und einen programmierbaren Mikroprozessor enthält und per USB-Schnittstelle mit Ihrem PC verbunden werden kann, erproben die Studierenden in diesem Modul die Entwicklung, Simulation und Einbettung von Schaltkreisen sowie die Programmierung von Mikroprozessoren. Wie im modernen Entwurfsprozess üblich, bauen die Studierenden kombinatorische und sequentielle Schaltungen nicht aus diskreten Bauteilen auf, sondern entwickeln und simulieren derartige Schaltungen, bevor diese mit programmierbaren Bausteinen (FPGAs) in eine vorgegebene Hardwareumgebung eingebettet werden. Bei der Lösung verschiedener Aufgabenstellungen setzen die Studierenden entsprechende Algorithmen und Datenstrukturen auf einem von Ihnen zu programmierenden Mikroprozessor um. Dabei meistern die Studierenden die Herausforderung, den eingeschränkten Ressourcen der gegebenen Hardwareumgebung gerecht zu werden und angepasste Lösungsstrategien zu entwickeln. Ein Hauptaugenmerk legen die Studierenden auf die sogenannte Hardware/Software-Partitionierung, bei der Sie je nach Aufgabenstellung entscheiden, welche Module in Hardware und welche in Software realisiert werden sollten, um ein möglichst effizientes Gesamtsystem zu erhalten.

### Lernziele

Die Studierenden lernen die konkrete Erscheinungsform abstrakter Konzepte und Methoden in heutigen Systemen der Informatik und Mikrosystemtechnik kennen.

Die Studierenden können auch komplexe Systeme zur Hard- und Softwareentwicklung handhaben und ihre Einsatzmöglichkeiten zur Lösung anspruchsvoller Aufgaben beurteilen.

Die Studierenden sind in der Lage, in begrenzter Zeit mit den zur Verfügung gestellten Mitteln eine definierte Aufgabe zu lösen, deren Lösung zu dokumentieren und abschließend zu präsentieren. Die Studierenden sind in der Lage, kombinatorische und sequentielle Schaltkreise zu entwickeln, mit entsprechenden Werkzeugen zu simulieren und in eine reale Umgebung einzubetten.

Die Studierenden haben zudem Kenntnisse in den Bereichen FPGA-Programmierung sowie HW/SW-CoDesign und können für eine gestellte Aufgabe entscheiden, welche Teile in Software und welche in Hardware realisiert werden sollten.

Institut für Informatik  
Frei wählbar in der laut Studienplan benötigten Anzahl

ECTS: 6  
Frequenz: jedes Wintersemester  
Sprache: Deutsch  
Prüfung: Übungsblätter

Workload	in h
Selbstlernphase	105
Online-Kommunikation	25
Kompetenznachweis	12
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Basismodul Hardware und Software eingebetteter Systeme (IEMS)

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



Mobiles Hardwarepraktikum



Abschließende Prüfung: Abgabe der Übungsblätter

*Literatur*

- Ashenden, P. n.d. *The Designer's Guide to VHDL*. Morgan Kaufmann.
- J.Reichardt, J.Reichardt. n.d. *Lehrbuch Digitaltechnik: Eine Einführung Mit VHDL*. Oldenburg.
- Reichardt, J., and B. Schwarz. n.d. *VHDL-Synthese: Entwurf Digitaler Schaltungen Und Systeme*. Oldenburg.
- Ritter, J., and P. Molitor. 2004. *VHDL: Eine Einführung*. Pearson.



## *Weitere Module*

Neben Methoden-, Basis-, Vertiefungs-, Praktikums- und Managementmodulen werden einige weitere Module angeboten. Abhängig vom Studienplan müssen die weiteren Module in unterschiedlicher Anzahl belegt werden.

Die Betreuung erfolgt durch Dozierende sowie Tutoren und Tutorinnen der DHBW und Universität sowie durch Fachexperten aus der freien Wirtschaft.

## Wissenschaftliches Arbeiten

Prof. Dr. Ralf Wimmer

Praktikum

Wissenschaftliches Arbeiten folgt bestimmten Regeln, die einige Fallstricke bereithalten. Grundlage für das wissenschaftliche Arbeiten ist eine umfassende Informationskompetenz, unter der die gezielte Suche nach sowie Bewertung und begründete Auswahl von Informationsquellen verstanden werden kann. In diesem Modul erwerben die Studierenden Kompetenzen, die ihnen das wissenschaftliche Arbeiten erleichtern und sie auf die Anfertigung einer Masterarbeit vorbereiten. Sie erwerben die notwendige Analysefähigkeit, das Wesen und den Nutzen wissenschaftlichen Arbeitens zu erkennen und werden befähigt, sich schnell und ziel-sicher einen Überblick über den aktuellen Diskussionsstand eines Forschungsgebietes zu verschaffen. Durch den Umgang und die Auseinandersetzung mit wissenschaftlicher Literatur entwickeln die Studierenden umfassende Fertigkeiten zur kompetenten Nutzung von Informationen aus traditionellen sowie digitalen Medien zum wissenschaftlichen Arbeiten. Dazu gehören neben relevantem Faktenwissen (z.B. korrektes Zitieren, Gliederung von Arbeiten) auch das Wissen über Abläufe (z.B. Recherchetechniken, Bewertung von Informationen) sowie soziale und kommunikative Fähigkeiten (z.B. Kollaboration durch Begutachtung von Arbeiten Ihrer Mitlernenden). Die Studierenden erarbeiten sich unterschiedliche aktuelle Forschungsthemen, in der Regel anhand von Originalliteratur und lernen die spezifischen Methoden wissenschaftlichen Arbeitens im Bereich der Informatik und der Mikrosystemtechnik kennen. Darüber hinaus lernen die Studierenden, mit den wissenschaftlichen Auffassungen anderer umzugehen und diese in einer für Dritte verständlichen Form darzustellen und zu präsentieren

### Lernziele

Die Studierenden verfügen über methodische Kenntnisse, die zur Vorarbeit und zum Verfassen wissenschaftlicher Texte notwendig sind.

Die Studierenden erkennen das Wesen und den Nutzen wissenschaftlichen Arbeitens und werden befähigt, sich schnell und ziel-sicher einen Überblick über den aktuellen Diskussionsstand eines Forschungsgebietes zu verschaffen.

Die Studierenden sind in der Lage, unterschiedliche aktuelle Forschungsthemen anhand von Originalliteratur zu erarbeiten.

Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, wissenschaftliche Ausarbeitungen von Peers anhand von Kriterien zu beurteilen.

Institut für Informatik  
verpflichtend in Studienplanvariante 1 und 4

ECTS: 6

Frequenz: jedes Sommersemester

Sprache: Deutsch

Prüfung: Referat und Hausarbeit

Workload	in h
Selbstlernphase	95
Online-Kommunikation	35
Kompetenznachweis	12
Präsenz	8
<b>Summe</b>	<b>150</b>

Voraussetzungen:

- Vertiefte Kenntnisse im jeweiligen Sachgebiet des gewählten Themas
- Basismodul Hardware und Software eingebetteter Systeme (IEMS)

Ablauf:



Einführungsveranstaltung in Freiburg



E-Learning mit Unterstützung von Fachexperten



2 Präsenzpraktika in Freiburg



Abschließende Prüfung: Nachbereitung des Praktikums

Die Studierenden sind in der Lage, ein Exposé für ein von Ihnen zu bearbeitendes Thema (inkl. Projektplan) zu erstellen.

Die Studierenden sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Auffassungen anderer umzugehen und diese in einer für Dritte verständlichen Form darzustellen.

## Teamprojekt

Professoren der Technischen Fakultät  
Teamprojekt

Eine offen formulierte Aufgabe aus dem Forschungs- und Ko-  
mptenzbereich des betreuenden Dozenten / der betreuenden Do-  
zentin soll im Team (dies kann auch Mitarbeiter/ innen des Lehr-  
stuhls des Dozenten / der Dozentin enthalten) bearbeitet werden.  
Die Aufgabe kann ggf. auch aus dem beruflichen Umfeld des/der  
Studierenden stammen. Sie schließt die Aufbereitung des Standes  
der Forschung, eine Abschlussdokumentation und Präsentation mit  
ein. In der schriftlichen Ausarbeitung sollen die Einzelleistungen  
der Teammitglieder erkennbar und bewertbar dargestellt werden.  
Die Dauer der individuellen Präsentation sollte auf die Teammit-  
glieder in etwa gleich verteilt sein.

### Lernziele

Die Studierenden können ein Problem im Team selbständig nach  
wissenschaftlichen Methoden lösen und die Ergebnisse sachgerecht  
darstellen.

Die Studierenden sind in der Lage, die für das Projekt relevante  
Literatur zu recherchieren, aufzuarbeiten und zu nutzen.

Technische Fakultät  
verpflichtend in Studi-  
enplanvariante 1 und 4

ECTS: 12  
Frequenz: jedes Semester  
Sprache: Deutsch/Englisch  
Prüfung: Protokolle oder  
Referat und Hausarbeit ggf.  
mit Abschlusskolloquium

Workload	in h
Selbstlernphase	200
Online-Kommunikation	50
Kompetenznachweis	30
Präsenz	20
<b>Summe</b>	<b>300</b>

Voraussetzungen:

- Gute Kenntnisse im Programmieren und in Softwaretechnik
- Vertrautheit mit der Nutzung von Software-Entwicklungsumgebungen, Programmbibliotheken und Dokumentationssystemen
- Vertiefte Kenntnisse im jeweiligen Sachgebiet des Projektes
- Basismodul Hardware und Software eingebetteter Systeme (IEMS)

Ablauf:



Eigenarbeit  
mit Unter-  
stützung von  
Fachexperten



Abschließen-  
de Prüfung:  
Ausarbeitung/  
Präsentation/  
etc.

## Masterarbeit

Professoren der Technischen Fakultät  
Masterarbeit

Die Masterarbeit kann in Kooperation mit einem Unternehmen erfolgen; die Themenstellung, wissenschaftliche Betreuung und Beurteilung obliegen einem Dozenten der Universität Freiburg, u.U. in Kooperation mit einem Dozenten der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Lörrach.

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

### Lernziele

Mit der Masterarbeit zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus Wissenschaft und Forschung selbständig auf Grundlage der im Master-Studiengang erzielten Qualifikationen zu bearbeiten. Die Präsentation zeigt das übergreifende Verständnis des erarbeiteten Themas und stellt unter Beweis, dass wissenschaftliche Themen der Forschung kurz und prägnant für ein Fachpublikum dargestellt werden können.

Technische Fakultät

ECTS: 30  
Frequenz: jedes Semester  
Sprache: Deutsch/Englisch  
Prüfung: schriftliche Ausarbeitung und Präsentation

Workload	in h
Selbstlernphase	660
Online-Kommunikation	50
Kompetenznachweis	30
Präsenz	10
<b>Summe</b>	<b>750</b>

Voraussetzungen:

- Erfolgreicher Abschluss vorhergehender Module;
- Erwerb von 252 ECTS-Punkten (aus Master und erstem qualifizierendem Abschluss)

Ablauf:



Eigenarbeit  
mit Unterstützung  
von  
Fachexperten



Mastervortrag  
in Freiburg

