

**Studienordnung
für den Master-Studiengang Elektro- und Informationstechnik
an der FernUniversität in Hagen
vom 13. September 2006**

Gemäß § 2 Abs. 4 und § 86 Abs. 1 und 4 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz - HG) in der Fassung des Gesetzes Sicherung der Finanzierungsgerechtigkeit im Hochschulwesen vom 21.03.2006 (GV. NRW S. 119) hat der Prodekan der Fakultät für Mathematik und Informatik der FernUniversität in Hagen die folgende Studienordnung als Satzung erlassen:

Inhaltsübersicht:

1. Geltungsbereich	1
2. Ziel des Studiums	1
3. Empfohlene Vorkenntnisse	3
4. Studienbeginn.....	3
5. Studienzeiten und Umfang des Studiums	3
6. Inhalte des Studiums	4
7. Aufbau des Studiums.....	4
8. Lehrveranstaltungen und Vermittlungsformen.....	5
9. Voraussetzungen für die Teilnahme Lehrveranstaltungen	5
10. Erfolgreiche Teilnahme an einer Lehrveranstaltung (Leistungsnachweis).....	6
11. Prüfungen und Abschlussarbeit	6
12. Studienplan	6
13. Studienberatung	6
14. Anrechnung von Studien- und Prüfungsleistungen	6
15. In-Kraft-Treten und Veröffentlichung.....	6
Anhang A: Studienplan für Vollzeitstudierende.....	7
Anhang B: Modulbeschreibungen	10

§ 1 Geltungsbereich

Diese Studienordnung regelt auf der Grundlage der Prüfungsordnung für den Master-Studiengang Elektro- und Informationstechnik vom 04. August 2006 das Studium im Master-Studiengang Elektro- und Informationstechnik an der FernUniversität in Hagen.

§ 2 Ziel des Studiums

Das Ziel des Studiums ist, Kenntnisse auf wichtigen Teilgebieten der Elektro- und Informationstechnik zu vermitteln und mit den charakteristischen Methoden der ingenieurwissenschaftlichen Vorgehensweise und des Arbeitens vertraut zu machen. Durch die Ausbildung und durch die Schulung des analytischen Denkens sollen Studierende die Fähigkeit erwerben, sich später in die vielfältigen, an sie angetragenen Aufgabengebiete einzuarbeiten und die in der Berufspraxis ständig wechselnden Aufgabenstellungen auf breiter Basis zu bewältigen. Deshalb wird auf das Verständnis der fundamentalen Begriffe und Gesetze, sowie auf fundierte ingenieurwissenschaftliche Methodenkenntnisse besonderer Wert gelegt. Darüber hinaus ist der Bezug zu praktischer Anwendung der Kenntnisse für die Umsetzung im beruflichen Alltag ein wesentlicher Bestandteil des Studiums.

Die Fähigkeit, in wissenschaftlichen Zusammenhängen zu denken und systematisch in Praxis und Theorie vorzugehen, entfaltet sich in ständigem Wechselspiel zwischen Vorlesungen, Praktika, Übungen und Seminaren. Durch die Masterarbeit sollen Studierende lernen, im Studium erworbenes Wissen auf die Lösung von bisher nicht bearbeiteten experimentellen oder theoretischen ingenieurwissenschaftlichen Aufgaben anzuwenden. Die wissenschaftliche Ausbildung bietet auch eine Basis für eine weitere Qualifikation mittels Promotion.

Berufsbilder der Vertiefungsrichtungen:

- Eingebettete Systeme

Programmierbare elektronische Systeme, die in größere technische Systeme „eingebettet“ sind, haben dort die Aufgabe, mit diesen Systemen und externen technischen Prozessen assoziierte Automatisierungsprogramme auszuführen. Deren Verarbeitung muss zeitlich mit den in den Systemen und den externen Prozessen auftretenden Ereignissen synchronisiert werden und muss schritthalten mit ihnen erfolgen. Solche eingebetteten Echtzeitsysteme sind mithin von zentraler Bedeutung für die Systemtechnik als Querschnitts- und Realisierungstechnologie. Software Engineering von eingebetteten Systemen und Firmware ist ein schnell wachsender Bereich in den Informatikanwendungen. Spezialkenntnisse bei der Ingenieurausbildung werden hierzu von der Industrie und vom Dienstleistungsbereich benötigt. Es ergeben sich interessante Aufgabengebiete und berufliche Chancen, zum Beispiel bei Planung, Entwicklung und Optimierung der Systeme sowie Programmerstellung und -pflege.

- Informations- und Kommunikationstechnik

Aufgrund des Querschnittscharakters der Informations- und Kommunikationstechnik ergeben sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten der Absolventinnen und Absolventen. Der erfolgreiche Abschluss des Studiums ermöglicht den beruflichen Einstieg in nationale und internationale Unternehmen.

Ziel des Studiums ist die Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren, die befähigt sind:

- Baugruppen und Systeme zur Erfassung, Übermittlung und Verarbeitung von Informationen zu entwickeln,
- Anwendungen von Informationssystemen auf elektrotechnischen, elektronischen Gebieten wie Automatisierungstechnik, Nachrichtentechnik, Elektrotechnik, elektrische Messtechnik, elektrische Energietechnik zu realisieren.

Absolventinnen und Absolventen sind u.a. einsetzbar:

- in Entwicklung, Produktion und Vermarktung von Systemen und Software auf dem Gebiet der Informations- und Kommunikationstechnik, Multimediatechnik und
- in der Grundlagenforschung auf den Gebieten Informations- und Kommunikationstechnik an Forschungsinstituten, Hochschulen und in Unternehmen,
- beim Ausbau der Informations-, Kommunikations- und Verkehrsinfrastruktur

- Mechatronik

Die Mechatronik ist eine ingenieurtechnische Domäne, die in hohem Maße systemtechnische Kompetenz erfordert. Die Mechatronik bezeichnet die Schnittstelle von Elektrotechnik, Maschinenbau und Informatik und wird heute in fast allen Bereichen der Systemtechnik benötigt. Zentrale Tätigkeitsbereiche von Ingenieurinnen und Ingenieuren dieses Berufsfeldes erstrecken sich vom Werkzeugmaschinen- und Fahrzeugbau über die Robotertechnik bis hin zur Automatisierung technischer Anlagen und Geräte. Dazu ist eine ingenieurmäßige Kompetenz sowohl für die Systemplanung und deren praktische Realisierung wie auch für deren Integration in komplexen Anlagen erforderlich.

Nach dem Studium der Vertiefungsrichtung Mechatronik sind Absolventinnen und Absolventen qualifiziert für die folgenden Aufgabenbereiche bei Unternehmen des Maschinenbaus und der Elektrotechnik:

- Konzeption elektro-mechanischer Baugruppen (Regler, Sensoren, Mikrosysteme usw.) und elektromechanischer Geräte oder Systeme,
- Forschung und Entwicklung auf Gebieten, in denen mechanische und elektronische Komponenten zusammenwirken,
- Projektierung, Produktion und Betrieb von Industrieanlagen,
- Normung,
- Industrielle Leittechnik.

- Photonik

Optische Technologien sind Schrittmachertechnologien für die moderne Wirtschaft und Gesellschaft. Sie bewirken wichtige Innovationen in Bereichen wie dem Maschinen-, Automobil-, Schiff-

und Flugzeugbau, der Mikroelektronik, der Beleuchtung sowie der Pharma- und Medizinproduktindustrie, in denen Deutschland Kernkompetenzen hat.

Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs Photonik arbeiten als Systemingenieurinnen und Systemingenieure und Projektleiterinnen und Projektleiter in Forschung, Entwicklung und Produktion. Auch in der Anwendungstechnik, im Service und Vertrieb anspruchsvoller optoelektronischer Komponenten und Systeme ist ihr Einsatzbereich.

Typische Arbeitsgebiete sind:

- Lasertechnik,
 - Optische und optoelektronische Messtechnik,
 - Optische Nachrichtentechnik,
 - Bildanalyse und Mustererkennung,
 - Optische Fertigungstechnik,
 - Optischer Gerätebau,
 - Einsatz und Vertrieb komplexer optoelektronischer Bauelemente und Systeme.
- Regenerative Energietechnik

Aufgrund einer breiten wissenschaftlichen Ausbildung sind Ingenieurinnen und Ingenieure der Energietechnik in Unternehmen in den verschiedensten Bereichen einsetzbar. Hierzu gehören:

- Energieerzeugung,
- Energieumwandlung,
- Energiespeicherung,
- Energietransport,
- Leistungselektronik,
- Antriebstechnik.

Gerade auf dem Gebiet der sicheren und rationellen Energieversorgung für die Zukunft besteht ein großer Bedarf. Der Energiebedarf wird weiter ansteigen, demgegenüber stehen allerdings die Endlichkeit der Rohstoffe und die Belastungen der Umwelt. Die Lösung dieser Problematik durch die Entwicklung geeigneter technischer Ansätze steht im Zentrum der Aufgaben für die regenerative Energietechnik. Deutschland übernimmt beim Thema Umweltschutz und Einführung neuer Techniken zur Energieversorgung eine Vorreiterrolle mit vielen Chancen für junge Ingenieurinnen und Ingenieure. Regenerative Stromerzeugung wie beispielsweise die Umwandlung von Wind- und Solarenergie wird auf einem hohen technologischen Niveau eingesetzt und beständig weiterentwickelt.

§ 3 Empfohlene Vorkenntnisse

- (1) Für das Studium der Elektro- und Informationstechnik bilden gute mathematische Vorkenntnisse eine Voraussetzung, die das Studium zu Beginn erleichtern.
- (2) Ausreichende Englischkenntnisse sind im Hinblick auf das Studienziel notwendig, da ein Großteil der Fachliteratur der Elektro- und Informationstechnik sowie der benachbarten Wissensgebiete in englischer Sprache verfasst sind.

§ 4 Studienbeginn

Das Studienangebot ist auf eine Aufnahme des Studiums in der Regel zum Wintersemester hin ausgerichtet.

§ 5 Studienzeiten und Umfang des Studiums

- (1) Die Regelstudienzeit beträgt gemäß § 2 Abs. 1 der Prüfungsordnung einschließlich der Abschlussarbeit drei Semester. Wird das Studium in Form eines Teilzeitstudiums durchgeführt, verdoppelt sich die Regelstudienzeit.
- (2) Der Studienumfang beträgt 54 Semesterwochenstunden, dies entspricht 90 Leistungspunkten nach dem Europäischen Kredit-Transfer-System (ECTS).

(3) Präsenzphasen werden jeweils in Blockveranstaltungen zum Semesterende zu folgenden Studienveranstaltungen gemäß § 8 angeboten:

Praktika, Seminare, Studientage, Kolloquien und Ergänzungen zu Kursinhalten, die in Präsenzphasen didaktisch besonders vorteilhaft vermittelt werden können.

Der Umfang der Präsenzphasen im gesamten Studiengang überschreitet nicht die Dauer von 4 Wochen.

§ 6 Inhalte des Studiums

Das Studium vermittelt eine vertiefende wissenschaftliche Ausbildung in folgenden Vertiefungsrichtungen:

Eingebettete Systeme,
 Informations- und Kommunikationstechnik,
 Mechatronik,
 Photonik,
 Regenerative Energietechnik.

§ 7 Aufbau des Studiums

Die Studieninhalte der Vertiefungsrichtungen gemäß § 6 verteilen sich jeweils auf vier Module im Umfang von je 9 Semesterwochenstunden bzw. 15 Leistungspunkten:

Eingebettete Systeme:

Echtzeitsysteme		
Prozessleittechnik		
Digitale Signalverarbeitung		
Sicherheitsgerichtete Echtzeitsysteme	oder	Softwaretechnik für Ingenieure

Informations- und Kommunikationstechnik:

Kommunikationsnetze und Protokolle		
Softwaretechnik für Ingenieure		
IT-Sicherheit	oder	Multimediatechnologie
Digitale Signalverarbeitung	oder	Echtzeitsysteme

Mechatronik:

Leistungselektronik und Antriebsregelung		
Mechatronik und Robotik		
Elektronische Schaltungen	oder	Sensoren
Regelungssysteme	oder	Echtzeitsysteme

Photonik:

Grundlagen der Optik
Optoelektronische Bauelemente
Optische Übertragungstechnik
Mikro- und Nanooptik

Regenerative Energietechnik:

Leistungselektronik und Antriebsregelung		
Regenerative Energiesysteme		
Photovoltaik	oder	Regelungssysteme
Elektrische Energietechnik	oder	Energieübertragung

§ 8 Lehrveranstaltungen und Vermittlungsformen

Vorlesung:

Vorlesungen dienen der zusammenhängenden Darstellung und Vermittlung wissenschaftlichen Grund- und Spezialwissens und methodischer Kenntnisse. Sie werden durch die Lehrenden in der Regel schriftlich in Form von Studienbriefen angeboten und können durch andere, insbesondere elektronische Medien und Präsenzphasen ergänzt oder ersetzt werden.

Übung:

Übungen dienen der Ergänzung einer Vorlesung, beinhalten die Bearbeitung exemplarischer Probleme und bieten die Gelegenheit zur Anwendung und Vertiefung des erarbeiteten Vorlesungsstoffes, der Vermittlung von Fertigkeiten und der Schulung in der Fachmethodik sowie zur Selbstkontrolle des Wissenstandes. Sie werden in Form von Einsendeaufgaben angeboten.

Studientag:

Studientage dienen der intensiven Ergänzung von Vorlesungen und Übungen und sollen persönliche Kontakte zwischen Studierenden und Lehrenden fördern. Präsenzübungen finden an ausgewählten Orten statt.

Praktikum:

Praktika bieten experimentelle Veranschaulichungen theoretisch abgehandelter Sachverhalte und vermitteln den Studierenden eigene Erfahrungen und Fertigkeiten im Umgang mit einschlägigen Geräten, Anlagen und Messinstrumenten. Sie werden als Präsenzveranstaltungen oder netzgestützt angeboten.

Seminar:

Seminare dienen der Vertiefung der Ausbildung in einem Fachgebiet sowie der Anleitung zu kritischer Sachdiskussion von Forschungsergebnissen. In einem Seminar werden im Rahmen von Präsenzveranstaltungen (Seminartagen) oder netzgestützt ausgewählte Fachthemen von Studierenden in Referaten vorgetragen und unter der Leitung der Lehrenden mit den Seminarteilnehmerinnen und -nehmern diskutiert.

Kolloquium:

Kolloquien sind Veranstaltungen, in der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aktuelle Forschungsvorhaben und -ergebnisse vortragen und anschließend diskutieren. Die Teilnahme wird dringend empfohlen.

§ 9 Voraussetzungen für die Teilnahme an Lehrveranstaltungen

- (1) Grundsätzlich werden die Voraussetzungen für die erfolgreiche Teilnahme an Lehrveranstaltungen gemäß § 8 dieser Ordnung durch den sachgerechten Aufbau des Studiums nach dem im Anhang beigefügten Studienplan geschaffen. Die Studierenden müssen die jeweilige Lehrveranstaltung belegen.
- (2) Für die Teilnahme an den Praktika müssen die in Vorlesungen und anderen Lehrveranstaltungen erworbenen Grundkenntnisse für das jeweilige Gebiet vorhanden sein.
- (3) Vor der Teilnahme an einem Seminar müssen entsprechende Grundkenntnisse vorhanden sein, die jeweils in der Seminarankündigung bekannt gegeben werden.
- (4) Vor dem Beginn einer Abschlussarbeit besprechen die oder der Studierende und die Betreuerin oder der Betreuer die notwendigen fachlichen Voraussetzungen, die für eine erfolgreiche Bearbeitung des Themas erfüllt sein müssen.

§ 10 Erfolgreiche Teilnahme an einer Lehrveranstaltung (Leistungsnachweis)

- (1) Die erfolgreiche Teilnahme an Lehrveranstaltungen außer Vorlesungen wird durch von den Lehrenden ausgestellte Leistungsnachweise bescheinigt.
- (2) Grundsätzlich legt die oder der für eine Lehrveranstaltung verantwortliche Lehrende vor Beginn der Lehrveranstaltung die Form und die Kriterien für den Erwerb eines Leistungsnachweises fest.

§ 11 Prüfungen und Abschlussarbeit

Näheres zu den Prüfungen und der Abschlussarbeit und deren mündlicher Verteidigung regelt die Prüfungsordnung für den Master-Studiengang Elektro- und Informationstechnik.

§ 12 Studienplan

Zum sachgerechten Ablauf des Studiums werden die in Anhang A dieser Studienordnung aufgeführten Studienpläne für das Vollzeit- bzw. das Teilzeitstudium empfohlen. Inhalte der Module sind im Anhang B wiedergegeben.

§ 13 Studienberatung

- (1) Studienberatung allgemeiner Art wird von der Zentralen Beratungsstelle der FernUniversität oder in den Studienzentren durchgeführt.
- (2) Die studienbegleitende Fachberatung wird in Verantwortung des Bereichs der Elektrotechnik und Informationstechnik durchgeführt. Die Studienberaterinnen und -berater werden in der Anleitung zur Belegung genannt. Sie unterstützen die Studierenden insbesondere in Fragen der Studiengestaltung, der Studientechniken und der Schwerpunkte des Studienganges.

§ 14 Anrechnung von Studien- und Prüfungsleistungen

- (1) Die Anrechnung von Studien- und Prüfungsleistungen ist in der Prüfungsordnung für den Master-Studiengang Elektro- und Informationstechnik geregelt.
- (2) Anträge auf Anrechnung sind an den Prüfungsausschuss für den Master-Studiengang Elektro- und Informationstechnik zu richten.

§ 15 In-Kraft-Treten und Veröffentlichung

Diese Studienordnung tritt am 01. Oktober 2006 spätestens jedoch am Tage nach der Veröffentlichung in den Amtlichen Mitteilungen der Fernuniversität in Hagen in Kraft.

Ausgefertigt und genehmigt aufgrund der Eilentscheidung des Prodekan der Fakultät für Mathematik und Informatik vom 13. September 2006.

Hagen, den 13. September 2006

Der Prodekan der
Fakultät für Mathematik und Informatik
der FernUniversität in Hagen

gez.

Universitätsprofessor Dr.-Ing. D. Hackstein

Anhang A: Studienplan für Vollzeitstudierende (Teilzeitstudierende belegen die Module M1 und M2 im ersten und zweiten, die Module M3 und M4 im dritten und vierten sowie das Modul M5 im fünften und sechsten Semester.)

Vertiefungsrichtung: Eingebettete Systeme

	Modul	Kurs-Nr.	Kurs	Leistungspunkte je Semester		
				1.	2.	3.
M1	21310 – Echtzeitsysteme	21311	Echtzeitsysteme I	5	-	-
		21312	Echtzeitsysteme II	-	5	-
		21313	Realzeitprogrammiersprache PEARL	5	-	-
		21313	<i>Alternativ: Realzeitprogrammiersprache PEARL</i>	-	5	-
M2	21770 – Prozessleittechnik	21771	Prozessleittechnik I	5	-	-
		21772	Prozessleittechnik II	-	5	-
		21775	Praktikum Prozessleittechnik	-	5	-
M3	21410 - Digitale Signalverarbeitung	21411	Digitale Signalverarbeitung I	5	-	-
		21412	Digitale Signalverarbeitung II	-	5	-
		21417	Seminar Digitale Signalverarbeitung	3	-	-
		21415	Praktikum Digitale Signalverarbeitung	-	2	-
M4	21660 – Sicherheitsgerichtete Echtzeitsysteme	21661	Sicherheitsgerichtete Echtzeitsysteme I	5	-	-
		21662	Sicherheitsgerichtete Echtzeitsysteme II	-	5	-
		21667	Seminar Sicherheitsgerichtete Echtzeitsysteme	-	5	-
	oder 21780 – Softwaretechnik für Ingenieure	21781	Entwicklungswerkzeuge	5	-	-
		21785	Praktikum Entwicklungswerkzeuge	2	-	-
		21782	Software-Architektur	-	5	-
		21786	Praktikum Software-Architektur	-	3	-
M5	Master-Abschlussarbeit	21900	Master-Abschlussarbeit	-	-	30

Vertiefungsrichtung: Informations- und Kommunikationstechnik

	Modul	Kurs-Nr.	Kurs	Leistungspunkte je Semester		
				1.	2.	3.
M1	21740 – Kommunikationsnetze und Protokolle	21741	Kommunikationsnetze und Protokolle I	5	-	-
		21742	Kommunikationsnetze und Protokolle II	-	5	-
		21747	Seminar Kommunikationsnetze und Protokolle	-	5	-
M2	21780 – Softwaretechnik für Ingenieure	21781	Entwicklungswerkzeuge	5	-	-
		21785	Praktikum Entwicklungswerkzeuge	2	-	-
		21782	Software-Architektur	-	5	-
		21786	Praktikum Software-Architektur	-	3	-
M3	21810 - IT-Sicherheit <i>(Siehe Hinweise!)</i>	01867	Sicherheit im Internet II, 5 Leistungspunkte, <i>Wintersemester</i>	-	-	-
		21811	Fehlertoleranz in Computersystemen und Netzwerken, 5 Leistungspunkte, <i>Sommersemester</i>	-	-	-
		21817	Seminar IT-Sicherheit	-	5	-
	Oder 21790 – Multimediaetechnologie	21791	Multimediaetechnologie I	5	-	-
		21792	Multimediaetechnologie II	-	5	-
		21795	Praktikum Multimediaetechnologie	2	-	-
		21796	Seminar Multimediaetechnologie	-	3	-
M4	21410 - Digitale Signalverarbeitung	21411	Digitale Signalverarbeitung I	5	-	-
		21412	Digitale Signalverarbeitung II	-	5	-
		21417	Seminar Digitale Signalverarbeitung	3	-	-
		21415	Praktikum Digitale Signalverarbeitung	-	2	-
	oder 21310 – Echtzeitsysteme	21311	Echtzeitsysteme I	5	-	-
		21312	Echtzeitsysteme II	-	5	-
		21313	Realzeitprogrammiersprache PEARL	5	-	-
		21313	<i>Alternativ: Realzeitprogrammiersprache PEARL</i>	-	5	-
M5	Master-Abschlussarbeit	21900	Master-Abschlussarbeit	-	-	30

Bei M3 (Modul 21810 – IT-Sicherheit) können die Kurse 01867 und 21811 unter Beachtung des Angebots im Winter- bzw. Sommersemester in beliebiger Reihenfolge studiert werden.

Übergangsbestimmung für das Modul M3: Studierende, die bis zum Sommersemester 2009 das Modul IT-

Sicherheit in der bisherigen Form mit dem Kurs 21731 Netzwerk Security I begonnen haben, können dieses bis zum WS 2009/2010 mit dem Kurs 21732 Netzwerk Security II abschließen, als Seminarteil wählen diese Studierenden den Kurs 21817.

Vertiefungsrichtung: Mechatronik

	Modul	Kurs-Nr.	Kurs	Leistungspunkte je Semester		
				1.	2.	3.
M1	21640 – Leistungselektronik und Antriebsregelung	21641	Leistungselektronik und Antriebsregelung I	5	-	-
		21647	Praktikum zur Antriebsregelung	1	-	-
		21645	Studientag zur Leistungs- und Antriebsregelung I	1	-	-
		21642	Leistungselektronik und Antriebsregelung II	-	5	-
		21646	Studientag zur Leistungs- und Antriebsregelung II	-	1	-
		21649	Seminar zur Leistungs- und Antriebsregelung	-	2	-
M2	21600 - Mechatronik und Robotik	21601	Mechatronik und Robotik I	3	-	-
		21602	Mechatronik und Robotik II	-	3	-
		21603	Mechatronik und Robotik III	-	3	-
		21605	Praktikum Mechatronik	3	-	-
		21605	<i>Alternativ: Praktikum Mechatronik</i>	-	3	-
		21607	Seminar Mechatronik und Robotik	3	-	-
M3	21420 – Elektronische Schaltungen	21421	Elektronische Schaltungen I	5	-	-
		21422	Elektronische Schaltungen II	-	5	-
		21427	Seminar Elektronische Schaltungen	2	-	-
		21425	Praktikum Elektronische Schaltungen	-	3	-
	oder 21340 – Sensoren	21341	Sensoren I	5	-	-
		21342	Sensoren II	-	5	-
		21345	Seminar Sensoren	-	5	-
M4	21620 – Regelungssysteme	21621	Regelungssysteme I	5	-	-
		21625	Praktikum I Zustandsregelung	1	-	-
		21626	Praktikum II Fuzzy-Regelung	2	-	-
		21622	Regelungssysteme II	-	5	-
		21623	Regelungssysteme III	-	2	-
		21625	<i>Alternativ: Praktikum I Zustandsregelung</i>	-	1	-
		21626	<i>Alternativ: Praktikum II Fuzzy-Regelung</i>	-	2	-
	oder 21310 – Echtzeitsysteme	21311	Echtzeitsysteme I	5	-	-
		21312	Echtzeitsysteme II	-	5	-
		21313	Realzeitprogrammiersprache PEARL	5	-	-
		21313	<i>Alternativ: Realzeitprogrammiersprache PEARL</i>	-	5	-
M5	Master-Abschlussarbeit	21900	Master-Abschlussarbeit	-	-	30

Vertiefungsrichtung: Photonik

	Modul	Kurs-Nr.	Kurs	Leistungspunkte je Semester		
				1.	2.	3.
M1	21670 - Grundlagen der Optik	21671	Grundlagen der Optik I: Physikalische Prinzipien der Optik	5	-	-
		21672	Grundlagen der Optik II: Technische Optik	-	5	-
		21677	Seminar Grundlagen der Optik	2	-	-
		21675	Praktikum Grundlagen der Optik	-	3	-
M2	21680 – Optoelektronische Bauelemente	21681	Optoelektronik I: Physikalische Grundlagen	5	-	-
		21682	Optoelektronik II: Bauelemente	-	5	-
		21687	Seminar Optoelektronik	2	-	-
		21685	Praktikum Optoelektronik	-	3	-
M3	21690 - Optische Übertragungstechnik	21691	Optische Übertragungstechnik I: Übertragungssysteme	5	-	-
		21692	Optische Übertragungstechnik II: Optische Netze	-	5	-
		21697	Seminar Optische Übertragungstechnik	2	-	-
		21695	Praktikum Optische Übertragungstechnik	-	3	-
M4	21700 - Mikro- und Nanooptik	21701	Mikrooptik	5	-	-
		21702	Nanooptik	-	5	-
		21707	Seminar Mikro- und Nanooptik	2	-	-
		21705	Praktikum Mikro- und Nanooptik	-	3	-
M5	Master-Abschlussarbeit	21900	Master-Abschlussarbeit	-	-	30

Vertiefungsrichtung: Regenerative Energietechnik

	Modul	Kurs-Nr.	Kurs	Leistungspunkte je Semester			
				1.	2.	3.	
M1	21640 – Leistungselektronik und Antriebsregelung	21641	Leistungselektronik und Antriebsregelung I	5	-	-	
		21647	Praktikum zur Antriebsregelung	1	-	-	
		21645	Studientag zur Leistungs- und Antriebsregelung I	1	-	-	
		21642	Leistungselektronik und Antriebsregelung II	-	5	-	
		21646	Studientag zur Leistungs- und Antriebsregelung II	-	1	-	
		21649	Seminar zur Leistungs- und Antriebsregelung	-	2	-	
M2	21650 – Regenerative Energiesysteme	21651	Erzeugung und Einsatz regenerativer Energie I	5	-	-	
		21655	Studientag zur regenerativen Energietechnik I	1	-	-	
		21652	Erzeugung und Einsatz regenerativer Energie II	-	5	-	
		21656	Studientag zur regenerativen Energietechnik II	-	1	-	
		21659	Seminar Regenerative Energietechnik	-	3	-	
M3	21760 – Photovoltaik	21761	Photovoltaik I	5	-	-	
		21762	Photovoltaik II	-	5	-	
		21765	Seminar Photovoltaik	5	-	-	
	oder 21620 – Regelungssysteme	21621	Regelungssysteme I	5	-	-	
		21625	Praktikum I Zustandsregelung	1	-	-	
		21626	Praktikum II Fuzzy-Regelung	2	-	-	
		21622	Regelungssysteme II	-	5	-	
		21623	Regelungssysteme III	-	2	-	
		21625	<i>Alternativ:</i> Praktikum I Zustandsregelung	-	1	-	
		21626	<i>Alternativ:</i> Praktikum II Fuzzy-Regelung	-	2	-	
M4	21300 - Elektrische Energietechnik	21301	Einführung in die elektrische Energietechnik I	5	-	-	
		21307	Praktikum zur elektrischen Energietechnik I	1	-	-	
		21305	Studientag zur elektrischen Energietechnik I	1	-	-	
		21302	Einführung in die elektrische Energietechnik II	-	5	-	
		21306	Studientag zur elektrischen Energietechnik II	-	1	-	
			21308	Praktikum zur elektrischen Energietechnik II	-	2	-
	oder 21630 – Energieübertragung	21631	Elektrische Energieübertragungssysteme I	5	-	-	
		21635	Studientag zur elektrischen Energieübertragung I	1	-	-	
		21632	Elektrische Energieübertragungssysteme II	-	5	-	
21636		Studientag zur elektrischen Energieübertragung II	-	1	-		
		21639	Seminar zur Energietechnik	-	3	-	
M5	Master-Abschlussarbeit	21900	Master-Abschlussarbeit	-	-	30	

Anhang B: Modulbeschreibungen

21300 - Elektrische Energietechnik

Grundlegende energietechnische Kenntnisse werden durch dieses Modul vermittelt. Das verwendete Lehrmaterial führt in die Komponenten und Systeme der Energietechnik ein und erläutert die Gesetzmäßigkeiten sowie Randbedingungen für deren technische Realisierung. Dabei wird die Einbindung der elektrischen Energietechnik in die allgemeine Energietechnik durch einige thermodynamische Kapitel berücksichtigt. Der erste Teil beinhaltet die Hauptsätze der Thermodynamik, Kreisprozesse in Gasturbinen- und Dampfkraftwerken, Aufbau und Wirkungsweise der Gleichstrommaschine, Drehstromsysteme mit Drehstromerzeugern und -verbrauchern, Aufbau und Betriebsverhalten des Drehstromtransformators und das Drehfeld mit Drehfelderzeugung und Drehmomentbildung. Thermische Kraftwerke und die Drehstromtechnik sind die Basis für den Einstieg in die energietechnischen Disziplinen Energieerzeugung und -verteilung. Der zweite Teil behandelt die Stoffgebiete Aufbau und Betriebsverhalten von Asynchron- und Synchronmaschine, elektrisches Feld in Hochspannungsanordnungen mit homogenem bzw. inhomogenem Dielektrikum, Gasentladung und Durchschlagsmechanismen, elektrische Festigkeit von Gasen, elektrische Festigkeit nichtgasförmiger Dielektrika, Prüfspannungserzeuger für stationäre und transiente Prüfspannungen und Hochspannungsmesstechnik. Zum Verständnis des Stoffes werden aus der Mathematik die Theorie der komplexen Zahlen sowie die Vektorrechnung, aus der Physik die elektromagnetischen Felder und aus dem elektrotechnischen Bereich die Grundlagen der Elektrotechnik vorausgesetzt. Das Modul dient als Basis für eine Vertiefung in energietechnische Disziplinen wie elektrische Maschinen, Hochspannungstechnik oder Energieverteilung und schafft die Voraussetzungen, um die weiterführenden Module aus dem energietechnischen Bereich zu studieren. Weiterhin übernimmt es für nicht energietechnisch orientierte Studenten eine allgemein bildende Funktion, damit diesen in ihrem Berufsleben der große Bereich der Energietechnik eröffnet wird. Zur Vertiefung des Stoffes und zur Vorbereitung auf die Prüfungen werden interaktive Elemente bestehend aus zwei Studientagen und Praktikumsversuchen angeboten.

21310 - Echtzeitsysteme

Anhand eines chemischen Prozesses werden rechnergestützte, industrielle Prozessautomatisierungssysteme eingeführt. Die grundlegenden Konzepte solcher eingebetteter Systeme mit harten Zeitbedingungen werden entwickelt, zentralisierte, hierarchische, verteilte und redundante Systemstrukturen vorgestellt sowie Prozesssignale und -anschlüsse, Unterbrechungen und Maßnahmen gegen Störbeeinflussungen behandelt. Schwerpunkte der Darstellung von Echtzeitbetriebssystemen sind synchroner und asynchroner Mehrprogrammbetrieb, Verfahren zur Synchronisation, Kommunikation und Zuteilung paralleler Rechenprozesse, Peripherietreiber sowie Zeit- und Ereignisverwaltung. Die multimediale Einführung in die Echtzeitprogrammierung umfasst eine komplette Programmumgebung mit integrierten Dokumentationen und einem Einplatinenrechner mit Prozessschnittstelle als Experimentierplattform und wird anhand der Sprache PEARL90 vorgenommen, die das Verständnis von Echtzeitkonstrukten sehr erleichtert. Zur Programmierung verteilter Realzeitsysteme werden die Sprachkonzepte von Mehrrechner-PEARL vorgestellt. Netzarchitekturen werden unter besonderer Berücksichtigung von Feldbussen in Form von Sensor-/Aktor- und Prozessbussen und der Echtzeitfähigkeit ihrer Protokolle vorgestellt. Nach der Darstellung von Strategien und Verfahren zur Gewährleistung und Erhöhung der Sicherheit und Zuverlässigkeit eingebetteter Systeme werden die Ingenieurertätigkeiten des Prozesses ihrer Erstellung behandelt. Im Einzelnen umfasst dies Vorgehensmodelle, prozess- und produktorientierte sowie ereignis- und objektorientierte Modellierungskonzepte und weiterhin Verfahren des Einsatzes von Echtzeitsystemen und zur Überwachung und Führung technischer Systeme. Die Themen Erstellung von Angeboten, Lasten- und Pflichtenheften, Projektierung und Implementierung werden unter besonderer Berücksichtigung begleitender Qualitätssicherung betrachtet. Rechnergestützte Werkzeuge zur Durchführung dieser Ingenieurertätigkeiten werden vor- und über das Netz zur Benutzung bereitgestellt. Abgerundet wird das Modul durch mehrere praktische Übungen, die sowohl über das Netz als auch in direktem Kontakt mit Rechner- und Prozess-Hardware durchgeführt werden.

21340 - Sensoren

Dieses Modul gibt eine Einführung in die verschiedenen Techniken zur Messung diverser physikalischer Größen durch elektrische Systeme. Elektrisches Messen nichtelektrischer Größen erfolgte bis in die 1970er Jahre hinein typischerweise durch eine Kopplung feinmechanischer Komponenten mit elektrischen Signalaufnehmern. Seit dieser Zeit werden verstärkt Halbleitersensoren eingesetzt. Die rasante Entwicklung der Sensorik basiert damit auf dem Siegeszug der Mikroelektronik und deren fortschreitender Miniaturisierung. Die Sensorik wird vielfach als Schlüsseltechnologie für alle Bereiche angesehen, in denen elektronisch gemessen, geprüft, überwacht oder automatisiert wird. Das reicht von der gesamten produzierenden Industrie über weite Bereiche des Handwerks bis hin zum privaten Umfeld jedes einzelnen Menschen. Sensorsysteme werden in Produktionsmitteln und in den Endprodukten selbst eingesetzt. Sie finden Verwendung in der Sicherheitstechnik, im

privaten Umfeld bis hin zur Überwachung von Kraftwerken. Wichtige Einsatzgebiete finden sich auch in der Roboter- und der Informationstechnik. In diesem Modul wird die Messung diverser physikalischer Größen im Detail betrachtet. Beispiele werden dabei aus den Disziplinen Mechanik, Akustik, Wärmelehre, Optik, ionisierende Strahlung und Magnetismus vorgestellt. Die Beschreibung der jeweiligen Sensoren unterliegt einer Dreiteilung. Zunächst werden die physikalischen Grundlagen der Wandlungsprozesse beschrieben. Als Beispiele seien die Erläuterungen zur Kristallstruktur - insbesondere das Fehlen von Inversionszentren - als Bedingung für piezoelektrische Effekte, die Shockley-Hall-Read-Theorie als Grundlage für die Dynamik von Photodioden oder die Diskussion der elektronischen Transportmechanismen in einer CCD-Kamera erwähnt. Zweitens werden die jeweiligen Kenngrößen an Hand typischer Kennlinienfeldern diskutiert. Abschließend werden die Einsatzgebiete von Sensoren exemplarisch erläutert. Hilfreich für das Verständnis des Moduls sind Kenntnisse aus der Halbleiterphysik, über Werkstoffe und Bauelemente sowie der Halbleitertechnik und der Photovoltaik. Den Studierenden wird die Möglichkeit gegeben, einige Herstellungsprozesse in einem Labor sowie typische Sensoren und Sensoranwendungen unter Praxisbedingungen kennen zu lernen. Im Rahmen eines Präsenzpraktikums werden die meisten der behandelten Sensoren vorgeführt und ihre Funktionen näher untersucht.

21410 - Digitale Signalverarbeitung

Am Anfang des Moduls stehen die Verarbeitung von Zahlenfolgen, lineare Grundoperationen und grundlegende Systemstrukturen für die digitale Verarbeitung von Signalen. Impulsantwort und Systemfunktion werden eingeführt und ihr Zusammenhang behandelt. Die Beschreibung von Systemen durch Signalflussgraphen und die Berechnung von Ausgangssignalen mit Hilfe der Impulsantwort unter Verwendung der diskreten Faltung schließen sich an. Die Verbindung zwischen analoger und digitaler Welt durch A/D- und D/A-Umsetzung wird im zweiten Kapitel behandelt. Die Beschreibung der Abtastung von Analogsignalen beginnt mit der Darstellung des Frequenzspektrums eines abgetasteten Analogsignals und der Rekonstruktion eines Signals aus seinen Abtastwerten. Es folgt die Behandlung von A/D-Wandlern und ihrer Systemeigenschaften. Ein Kapitel ist Transformationen in der digitalen Signalverarbeitung gewidmet. Die diskrete Fourier-Transformation, die z-Transformation und die schnelle Fourier-Transformation (FFT) werden hergeleitet. Die mathematische Beschreibung linearer diskreter Systeme schließt sich an. Es folgen Kapitel über Filterstrukturen, über Aspekte der Multiraten-Signalverarbeitung, über numerische Probleme und Signalprozessoren. Ein wesentlicher Bestandteil des Moduls ist ein Praktikumsversuch zur digitalen Filterung mit einem Signalprozessor. Versuchsziel ist es, Einblick in praktische Aspekte der digitalen Signalverarbeitung mit einem digitalen Signalprozessor zu gewinnen. Der Einfluss von Abtastung und Quantisierung soll erfahren werden. Die Programmierung von Signalverarbeitungs-Algorithmen für einen digitalen Signalprozessor wird eingehend geübt. Dazu müssen sich die Versuchsteilnehmer sowohl mit der Hardware als auch mit der Maschinensprache des Signalprozessors und den dazugehörigen Programmierwerkzeugen vertraut machen. In einem weiteren Praktikumsversuch wird die Anwendung der FFT unter praktischen Aspekten geübt, wobei Fehlermöglichkeiten und die Interpretation der Ergebnisse eine besondere Rolle spielen.

21420 - Elektronische Schaltungen

Es werden mathematische Modelle für die Schaltungsbeschreibung sowie allgemeingültige Groß- und Kleinsignalmodelle entwickelt. Anschließend wird die Darstellung von Signalen in elektronischen Schaltungen behandelt. Die Fourier- und die Laplace-Transformation werden eingeführt. Daran schließt sich die Analyse linearer und nichtlinearer analoger Schaltungen sowie die Darstellung im Zeit- und Frequenzbereich an. Bei der Gleichstromanalyse werden die Knotenanalyse, die modifizierte Knotenanalyse und die Analyse nichtlinearer Schaltungen behandelt. Bei der Analyse linearer dynamischer Schaltungen im Zeitbereich werden ausgehend von der Schaltungsbeschreibung mit Hilfe von Differentialgleichungssystemen die Schaltungsbeschreibung im stationären Zustand, Sprung- und Impulsantwort dargestellt. Bei der Analyse linearer Schaltungen im Frequenzbereich steht die Übertragungsfunktion im Vordergrund. Betont wird die Darstellung der Übertragungsfunktion durch Pole und Nullstellen und die Identität von Polen der Übertragungsfunktion mit den Eigenwerten der Systemmatrix. Es folgt ein Kapitel über lineare Grundschaltungen, die Realisierung von Stromquellen mit Transistoren, die Kaskode-Schaltung, den Differenzverstärker sowie über Leistungsendstufen. Anschließend geht es um Rückkopplung und Stabilität. Dem Rauschen in elektronischen Schaltungen ist ein weiteres Kapitel gewidmet. Der Operationsverstärker wird danach eingehend behandelt, sowohl im Hinblick auf seinen Aufbau als auch bzgl. der Schaltungen mit Operationsverstärkern. Nach der Einführung des idealen wird der Aufbau realer Operationsverstärker dargestellt. Im Rahmen der Behandlung digitaler Schaltungen werden ein Überblick über die verschiedenen Logikfamilien gegeben sowie Gatterschaltungen und Kippstufen beschrieben. Nach den Grundbausteinen digitaler Schaltungen wird die Schaltungssynthese behandelt und das Verhalten von Verbindungsleitungen besprochen. Das Modul umfasst Praktikumsversuche zu analogen Grundschaltungen für einzelne Bipolartransistoren, Bausteine von Operationsverstärkern, Standardanwendungen von Operationsverstärkern und digitale Grundschaltungen auf der Gatterebene. Begleitend zum Test der praktischen Aufbauten werden die Möglichkeiten und Grenzen digitaler Simulationsverfahren mit Hilfe des Simulationsprogramms SPICE behandelt.

21600 - Mechatronik und Robotik

Dieses Modul führt in die Mechatronik ein und beschreibt den fächerübergreifenden Ansatz dieser neuen Fachdisziplin. Dabei werden mechatronische Systeme mit ihren Teilgebieten aus Maschinenbau, Elektro- und Regelungstechnik vorgestellt und am Beispiel der Industrieroboter die erforderlichen Komponenten derartiger Systeme erläutert. Das Modul gibt zunächst erste Begriffsdefinitionen und liefert einen historischen Überblick zu mechatronischen Systemen. Danach werden die Kinematik von Starrkörpersystemen und erforderliche Transformationen für kinematische Ketten erläutert. Insbesondere wird dabei auf die bei Industrierobotern erforderlichen Vorwärts- und Rückwärtstransformationen eingegangen. Im weiteren Verlauf des Moduls werden die Lagrangeschen Bewegungsgleichungen hergeleitet. Damit wird dann die Erstellung eines dynamischen Modells für mechatronische Systeme durchgeführt. Das komplexe Modell eines Standard-Industrieroboters wird abschließend skizziert. Danach wendet sich das Modul den gängigen Antriebssystemen moderner Roboter zu und stellt Motor-Getriebe-Kombinationen vor. Das Modul stellt weiterhin die Bahnplanung für mechatronische Systeme dar, d.h., es gibt eine Einführung in grundlegende Bewegungsmuster sowie Methoden zur lokalen und globalen Bahnplanung. Danach wendet sich das Modul den verbreiteten Sensorsystemen für Industrieroboter zu und endet mit einer Darstellung von Verfahren zur echtzeitfähigen Kollisionsvermeidung in Mehrroboter-Arbeitszellen. Das Modul umfasst zahlreiche Animationen mechatronischer Systeme und erlaubt daher ein rasches Verständnis auch komplexer Zusammenhänge. Inhalte der theoretischen Modulkomponenten können während des Modulpraktikums auch direkt an mechatronischen Systemen erprobt werden. Zu verschiedenen Aspekten mechatronischer Problemstellungen werden Seminare angeboten, bei denen die Modulteilnehmer tiefer gehendes Wissen erwerben und in Vortragsform eigenständig präsentieren. Dabei wird auch der mediengestützte Transfer von Lerninhalten geübt.

21620 - Regelungssysteme

Dieses Modul umfasst weiterführende Methoden und Verfahren der Regelungstechnik von den Zeitbereichsbetrachtungen bis zur digitalen Regelungstechnik. Damit wird der ingenieurmäßige Überblick über die Regelungstechnik abgeschlossen. Das Modul beschreibt Ein- und Mehrgrößensysteme im Zustandsraum und deren Transformation in kanonische Formen. Systemeigenschaften wie Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit werden definiert und ausführlich diskutiert. Dazu werden die Zustandsvektorrückführung sowie der Beobachterentwurf beschrieben und auf das Verfahren zur Entkopplung von Mehrgrößensystemen eingegangen. Des Weiteren werden die Grundlagen linearer Abtastsysteme und der Entwurf digitaler Regler erläutert. Inhalte des Moduls können im Rahmen einer Praxisphase im zugehörigen Modulpraktikum an Laboraufbauten erprobt werden. Dazu können Zustandsregelungen an einem Brückenkran und einem inversen Pendel getestet werden. Das Praktikum ist über das Internet und lokal durchführbar. Zu verschiedenen Aspekten regelungs- und automatisierungstechnischer Problemstellungen werden Seminare angeboten, bei denen die Teilnehmer tiefer gehendes Wissen erwerben und in Vortragsform eigenständig präsentieren. Dabei wird auch der mediengestützte Transfer von Lerninhalten geübt.

21630 - Energieübertragung

Dieses Modul vermittelt zur Berechnung elektrischer Energieübertragungssysteme erforderliche Kenntnisse. Die Verknappung und Verteuerung der fünf Primärenergieträger Kohle, Gas, Erdöl, Wasser und Kernbrennstoff für die Stromerzeugung hat zur Notwendigkeit geführt, bestehende Anlagen optimal auszunutzen und die weitere Ausbauplanung sehr ausführlich und mit zahlreichen Varianten im Detail zu analysieren. Der Übergang zu größeren Blockeinheiten im Kraftwerksbau zusammen mit höheren Übertragungsspannungen erfordert eine genaue Erfassung der stationären und dynamischen Netz- und Kraftwerksvorgänge, um mögliche Störungen und deren Auswirkungen genauer erfassen und nachbilden zu können. Das vorliegende Lehrmaterial will nun die system- und anlagentechnischen Gesichtspunkte miteinander verbinden und so die Basis für ein umfassendes Verständnis beider Aspekte vermitteln. Dabei werden im ersten Teil der stationäre Betriebszustand behandelt und im zweiten Teil die dynamischen Vorgänge diskutiert. Inhalte des Moduls betreffen die Berechnung des stationären Betriebszustandes eines elektrischen Energieversorgungssystems mit Hilfe der Lastfluss- und Sensitivitätsanalyse, symmetrische und unsymmetrische Fehlerberechnungen, Optimierung des Betriebszustandes, Estimation des Betriebszustandes aufgrund gemessener Werte, Untersuchung dynamischer Vorgänge unter Berücksichtigung von Kraftwerken und Netz, statische Stabilität, dynamische Stabilität und moderne Netzbetriebsführung mit Rechnersystemen. Es sind gute Kenntnisse in Mathematik sowohl der linearen Algebra als auch der Differential- und Integralrechnung erforderlich. Ferner wird oft auf die komplexe Analysis sowie die Transformationstheorie zurückgegriffen. Ergänzend zum Lehrmaterial dieser Thematik aus dem Bereich der Energieversorgung werden zur Vertiefung des Stoffes und zur Vorbereitung auf die Prüfungen interaktive Elemente bestehend aus zwei Studientagen und dem Seminar „Energietechnik“ angeboten.

21640 - Leistungselektronik und Antriebsregelung

Dieses Modul behandelt das Themengebiet der modernen Antriebstechnik, welches sich auf das Zusammenwirken von Antriebsmaschinen, Leistungselektronik und zugehöriger Regelung gründet. Es werden Kenntnisse sowohl zu den leistungselektronischen Stellgliedern als auch zur Regelung von Antriebssystemen vermittelt. Beim Einstieg in das Themengebiet werden die grundlegenden Funktionsprinzipien der Leistungselektronik und der Aufbau und das Verhalten leistungselektronischer Bauelemente vorangestellt. Inhalt des Lehrangebots im Teil Leistungselektronik sind Betriebsart von Stromrichtern, Bauelemente der Leistungselektronik wie Leistungsdiode, bipolarer Leistungstransistor, Thyristor, GTO-Tyristor, Leistungs-MOSFET und IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), Stromrichter in Mittelpunktschaltung und Stromrichter in Brückenschaltung (mit den Varianten gesteuert-ungesteuert, zweiphasig-dreiphasig-mehrphasig), Stromrichtertransformator, Stromumkehr bei netzgeführten Stromrichtern, Gleichstromsteller (Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller, Vier-Quadranten-Steller, Träger-Schaltung) und Wechselrichter (im Block- bzw. Pulsbetrieb). Der Teil Antriebsregelung beinhaltet die Struktur von Antriebsregelungen mit den Aspekten Strom-, Dreh- und Lageregelkreis, regelungstechnische Behandlung von Antrieben, geregelter Drehstromantrieb, Auslegung der Regelkreise, Bahnsteuerungen für zwei- und dreidimensionale Antriebssysteme und zeitoptimale Steuerung von Antrieben. Das Studium dieses Moduls legt die Basis für das Verständnis moderner Anlagen zur Energiesteuerung und -regelung und geregelter elektrischer Antriebe, die heutzutage in allen Bereichen der Industrie vertreten sind. Zur Vertiefung des Stoffes und zur Vorbereitung auf die Prüfungen werden interaktive Elemente bestehend aus zwei Studientagen, dem antriebstechnischen Seminar und Praktikumsversuchen angeboten.

21650 - Regenerative Energiesysteme

Stoff dieses Moduls ist der Themenkomplex Erzeugung elektrischer Energie auf regenerativer Basis mit den Schwerpunkten Wasser- und Windkraft, Photovoltaik sowie Verfahrensweisen zur Schonung der vorhandenen Ressourcen. Das Lehrmaterial vermittelt Kenntnisse zu den Bereichen Erzeugung und Einsatz regenerativer Energie und rationelle Verwendung elektrischer Energie (Energiemanagement). Der Teil Erzeugung und Einsatz regenerativer Energie beginnt mit dem Themengebiet Wasserkraft mit den Unterpunkten Energieinhalt des fließenden Wassers, Kraftwerkstypen, Energiewandlertypen und deren Einbaulage im Kraftwerk, Wasserausföhrung und Turbinenzuleitungen, Wasserschläsler und Schwallkammern, spezielle hydrodynamische Problemstellungen, Kleinwasserkraftanlagen und elektrische Generatoren. Beim Themengebiet Windkraft werden Strömungsmechanik, Arten von Windrädern und Einsatzbereiche, Langsam- und Schnellläufer, Leistungsentnahme aus der Luftströmung, Nachführeinrichtungen, Rotorblattverstellungssysteme, Leistungsbegrenzung, mechanisch-elektrische Energiewandlung und Energieaufbereitung sowie Netzanbindung behandelt. Das Gebiet photovoltaische Systeme beinhaltet die Komponenten eines Photovoltaiksystems, die elektrischen Eigenschaften von Solarzellen, die Verschaltung eines Solargenerators, Photovoltaik-Gleichstromsteller und -Wechselrichter, Akkumulatoren zur Energiespeicherung und Systeme mit dem Energiespeicher Wasserstoff. Im Teil über rationelle Verwendung elektrischer Energie gibt es die Schwerpunkte Grundlagen der Energiewirtschaft, Energiemanagement im Betrieb sowie Einsparpotenziale bei Komponenten und Anlagen mit den Unterbereichen Lastmanagement, elektrische Antriebssysteme, Druckluftherzeugung und -verteilung, Beleuchtung, Klimatisierung und Gebäudeleittechnik. Zur Vertiefung des Stoffes und zur Vorbereitung auf die Prüfungen werden interaktive Elemente bestehend aus zwei Studientagen und dem Seminar „Regenerative Energietechnik“ angeboten.

21660 - Sicherheitsgerichtete Echtzeitsysteme

Bei sicherheitsgerichteten Echtzeitsystemen oder, in der Nomenklatur der internationalen Normung, hoch verlässlichen programmierbaren elektronischen Systemen für sicherheitsgerichtete Steuer- und Regelanwendungen, handelt es sich um ein Gebiet, das erst noch ganz am Anfang seiner Behandlung in Forschung und Lehre steht. Seine Bedeutung ergibt sich aus dem in der Gesellschaft wachsenden Sicherheitsbewusstsein einerseits und aus dem technischen und wirtschaftlichen Trend zu flexibleren, d.h. programmgesteuerten, Automatisierungsgeräten andererseits. Es wird der Zustand angestrebt, Echtzeitsysteme mit einem hinreichenden Grad an Vertrauen in ihre Verlässlichkeit erstellen zu können, der ihre Zulassung für kritische Steuer- und Regelaufgaben auf der Basis formeller sicherheitstechnischer Abnahmen erlaubt. Vor diesem Hintergrund beginnt das Modul mit einem Seminar, in dem die Problemstellung sowie begriffliche, methodische und konzeptionelle Grundlagen sicherheitsgerichteter Echtzeitsysteme behandelt werden und in dem ein Vertreter einer Zertifizierungsinstitution (TÜV) in die spezielle Denkweise der Sicherheitstechnik einführt. Im Modultext werden Architekturen für sichere Hardware sowie Verfahren zur Erstellung möglichst fehlerfreier Software und zu deren Verifizierung dargestellt und anschließend quantitativ bewertet. Der zweite Teil des Moduls stellt im wesentlichen Ergebnisse jüngster Forschungen vor. Im einzelnen werden sichere speicherprogrammierbare Steuerungen, die Paradigmen der Programmierung mit Ursache-/Wirkungstabellen oder Funktionsplänen und deren bijektive Abbildungen in Hardware-Implementierungen, Fallstudien sicherheitsgerichteter und sicherheitstechnisch abnehmbarer Rechnerarchitekturen, inhärent sichere Konstrukte in und beweisbar sichere Teilmengen von Echtzeitprogrammiersprachen, Fragen der Ablaufplanung, Ressourcenzuteilung und Zuteilbarkeitsanalyse sowie ein Regelwerk zur Konstruktion sicherheitsgerichteter Echtzeitsysteme behandelt. Die

se und weiterführende Aspekte werden im Rahmen eines abschließenden Seminars durch von den Studierenden vorzubereitende Vorträge oder Vorführungen vertieft und diskutiert.

21670 - Grundlagen der Optik

Die Optik stellt ein Fachgebiet mit zahlreichen Anwendungsfeldern dar. Es gibt kaum einen Bereich des täglichen Lebens, wo nicht auf irgendeine Weise Licht eine Rolle spielte. Aber auch viele technische Anwendungen im Bereich der Übertragungstechnik, der Speichertechnik, in der Informationsverarbeitung und in der Sensorik bauen direkt oder indirekt auf optischen Verfahren auf. Die Optik wird daher auch als Wissenschaft bezeichnet, welche andere Anwendungsbereiche ermöglicht oder erschließt. Eine systemtechnische Betrachtungsweise ist der Optik daher weitgehend inhärent. Ziel dieses Moduls ist es, in umfassender Weise die theoretischen und physikalischen Kenntnisse der Optik zu vermitteln. Neben der Bereitstellung des mathematischen Instrumentariums wird vor allem Wert darauf gelegt, die physikalischen Zusammenhänge deutlich zu machen. Das Modul beginnt mit der mathematischen Beschreibung von Licht. Ausgehend von den Maxwell-Gleichungen wird die Wellengleichung hergeleitet und werden idealisierte Wellentypen als Lösungen behandelt. Erörtert wird u.a. auch der Dualismus von Teilchen und Welle des Lichtes. Danach werden die grundlegenden Eigenschaften optischer Wellenfelder behandelt, nämlich Interferenz, Kohärenz und Polarisation. Erneut steht zunächst die mathematische Beschreibung im Vordergrund. Behandelt werden aber auch die physikalischen Effekte, welche hierfür relevant sind. Ein besonderer praktischer Aspekt ist die Beschreibung der Interferometertypen, welche als generische Strukturen in einer Vielzahl optischer Anwendungen auftreten. Es folgt die Beschreibung der fundamentalen Effekte Streuung und Beugung von Licht sowie von Brechung und Absorption. Der nächste Block behandelt die sog. Freiraumoptik. Die Lichtausbreitung im freien Raum stellt eine wesentliche Grundlage zum Verständnis optischer Systeme dar. Präsentiert werden die Helmholtz-Gleichung und die skalare Theorie der Lichtbeugung. Es werden die wesentlichen Verfahren zur optischen Abbildung dargestellt. Weiterhin wird eine lineare Systemtheorie der optischen Abbildung und ihrer Anwendungen angegeben, die sog. Fourier-Optik. Ein spezielles Verfahren mit der Fähigkeit zur dreidimensionalen Erfassung von Amplitude und Phase ist die Holographie. Als Ergänzung der mathematischen Beschreibung der Freiraumoptik wird die gaußsche Strahlenoptik behandelt. Abgerundet wird dieses Modul durch Praktikumsversuche, welche den erlernten Stoff vertiefen. Im zweiten Modulteil werden die Grundlagen der technischen Optik behandelt. Dazu wird zunächst das Strahlenmodell als wichtigstes theoretisches Werkzeug aus der optischen Wellentheorie hergeleitet und sein Gültigkeitsbereich untersucht; dabei kommen theoretische Konzepte und Methoden wie die Fresnel-Integrale, die Cornu-Spirale, die Methode der stationären Phase und die prinzipielle Beugungsbegrenzung bei der Fokussierung zur Sprache. Auf der Basis des Strahlenmodells folgt dann eine Einführung in die Theorie der optischen Abbildung, welche sich zunächst auf die paraxiale Domäne und auf dünne Linsen beschränkt. Vorgestellt werden verschiedene mathematische Formen der Abbildungsgleichung, optische Invarianten und grafische Modellierungsmethoden. Anschließend folgt eine Erweiterung der Betrachtungen auf dicke Linsen und Systeme aus mehreren Gliedern, die komfortabel mit dem Matrixkalkül modelliert werden können. Im vierten Abschnitt werden asphärische Abbildungselemente wie Parabolspiegel und Linsen mit ellipsoiden und paraboloiden Flächen vorgestellt und prinzipielle Überlegungen zur Existenz stigmatischer Abbildungen im außerparaxialen Bereich angestellt. Dabei kommen die Abbesche Sinusbedingung und die Herschelbedingung zur Sprache. Danach werden die in realen Abbildungssystemen fast immer auftretenden Abweichungen vom Idealfall der stigmatischen Abbildung thematisiert. Gegenstand der Diskussion sind sowohl die klassische Seidelsche Aberrationstheorie als auch modernere Ansätze wie die Reihenentwicklung nach Zernikepolynomen. Im sechsten Abschnitt werden wichtige Konzepte und Strategien für den technisch-optischen Systementwurf besprochen. Dazu zählen Achromatisierung, Aberrationskontrolle, Telezentrie und die Verkettung optischer Systeme. Das Modul wird abgeschlossen mit einem Abschnitt über optische Standardinstrumente wie Mikroskop, Fernrohr und Fotokamera, deren grundlegender Aufbau und Funktionsweise erläutert werden. Zu mehreren Themen beider Kursmodule werden Java-Applets als "virtuelles Praktikum" angeboten.

Die erlernten Kenntnisse werden durch ein Seminar und Praktikumsversuche abgerundet, welche den erlernten Stoff vertiefen. Der systemische Ansatz des Studiengangs wird u.a. durch das Erlernen des Umgangs mit dem Mikroskop und den Einsatz kommerzieller Software zum optischen Design repräsentiert.

21680 - Optoelektronische Bauelemente

Zur Entwicklung der unterschiedlichen Teilbereiche der Photonik hat insbesondere die Entwicklung von Lichtquellen auf der Grundlage von Halbleitermaterialien beigetragen. Aufgrund ihrer schnellen Modulierbarkeit und ihrer kleinen Bauform stellen z.B. Laserdioden für viele Anwendungen die wichtigsten aktiven Bauelemente dar, insbesondere in der Übertragungstechnik. Von ebenso großer Bedeutung sind Leuchtdioden (LEDs), welche als preiswerte und robuste Lichtquellen mit langer Lebensdauer u.a. im Bereich der Display- und Beleuchtungstechnik interessant sind. Dieses Modul befasst sich mit Aufbau, Herstellung und Eigenschaften von Halbleiter-Bauelementen. Am Anfang steht ein Grundlagenteil, in welchem die Eigenschaften aktiver Halbleitermaterialien zusammengestellt werden. Es werden u.a. die unterschiedlichen Leitungsmechanismen, die Band-

struktur der Energieniveaus und die Energiezustände im Halbleiter behandelt. Wichtig für das Verständnis optoelektronischer Halbleiterbauelemente ist die Kenntnis der Übergänge, dargestellt im Energiebandschema, der Absorptions- und Emissionsprozesse sowie der spektralen Eigenschaften für spontane und stimulierte Absorption. Darauf folgt die Erläuterung der unterschiedlichen prinzipiellen Bauformen optoelektronischer Sendeelemente und der Unterscheidung von Laser- und einfachen Leuchtdioden. Im zweiten Teil geht es dann i.w. um LEDs. In mehreren Kapiteln werden ihre elektrischen, optischen und thermischen Eigenschaften sowie ihr Einsatz als Strahlungsquellen für die optische Übertragungstechnik sowie als unmodulierte Lichtquellen behandelt. Besonderen LED-Typen wie den Resonant Cavity LEDs, hocheffizienten LEDs für Beleuchtungszwecke und weißen LEDs für Anwendungen als Anzeigen wird spezieller Raum gewidmet. Im dritten Block dieses Moduls werden Laserdioden behandelt. Ihre elektrischen und optischen Eigenschaften, die typische Kennlinie von Laserdioden sowie die wesentlichen Bauformen als Kanten- bzw. Oberflächenemitter werden beschrieben. In den vergangenen Jahren spielen aktive optoelektronische Bauelemente auf der Grundlage von Silizium eine zunehmend wichtige Rolle. Diesem aktuellen Thema wird entsprechender Raum gewidmet. Auf Seite der Empfangselemente werden pin-, Avalanche- und Schottky-Dioden sowie Arraydetektoren (CCD-Kameras) beschrieben.

Mehrere Praktikumsversuche zu den unterschiedlichen Sende- und Empfangselementen dienen der Vertiefung des Lernstoffes. Dabei werden in unterschiedlichen Experimenten die elektrischen und optischen Kennlinien diverser optoelektronischer Bauelemente vermessen. Im Seminar werden aktuelle Ergebnisse aus der anwendungsbezogenen Forschung behandelt.

21690 – Optische Übertragungstechnik

Die optische Übertragungstechnik stellt das Rückgrat der modernen Telekommunikation dar. Die technologische Grundlage hierfür bildet die Entwicklung geeigneter Lichtquellen, vor allem der Laserdiode, sowie der Glasfasertechnologie. Zur optimalen Ausnutzung der zeitlichen Bandbreite optischer Übertragungskanaäle wurden unterschiedliche Technologien und Übertragungsverfahren entwickelt, wie z.B. das Wellenlängenmultiplexverfahren. In diesem Modul werden die unterschiedlichen physikalischen, technologischen und konzeptuellen Verfahren der optischen Übertragungstechnik beschrieben. Der weitaus überwiegende Anteil gegenwärtiger kommerzieller optischer Übertragungsverfahren beruht auf der Verwendung von Wellenleitern. Daher wird hier zunächst mit der mathematischen Beschreibung der Lichtausbreitung in Wellenleitern begonnen. Zunächst wird die Ausbreitung in planaren Wellenleitern behandelt, die für integrierte optische Bauelemente und Laserdioden wesentlich ist. Dann wird der Fall zirkular-symmetrischer Wellenleiter betrachtet, d.h. der Lichtausbreitung in Glasfasern. Es folgt eine Beschreibung der Eigenschaften von Glasfasern als Medium der optischen Übertragungstechnik. Dabei wird insbesondere das Absorptions- und Dispersionsverhalten behandelt. Hieran schließen sich zwei Kapitel an, in denen im Stile einer Übersicht die wesentlichen Sende- und Empfangselemente für den Aufbau optischer Übertragungsstrecken vorgestellt werden. Es folgt eine Beschreibung des Aufbaus (faser)-optischer Übertragungsstrecken, wobei hier Wert auf praktische Aspekte gelegt wird. Die unterschiedlichen Beiträge zur Leistungsbilanz einer Übertragungsstrecke werden beschrieben. Hieran schließt sich ein Kapitel an, in dem spezielle Übertragungsverfahren betrachtet werden, nämlich das optische Überlagerungsverfahren und der Aufbau von Übertragungsstrecken unter Verwendung erbium-dotierter Faserverstärker. Nach der Beschreibung der Grundlagen von Punkt-zu-Punkt-Strecken folgt im zweiten Teil des Moduls die Behandlung optischer Kommunikationsnetze unter Berücksichtigung der diversen Netzstrukturen. Es werden spezielle Übertragungsverfahren wie z.B. das Wellenlängenmultiplexverfahren (WDM) angesprochen. Die Grundlagen der Architektur der Netzelemente für die optischen Transportnetze werden besprochen. Dabei werden die Technologien für die optischen Komponenten der Netzknoten wiederholt und vertieft. Ein Kommunikationsnetz besteht aus dem physikalischen Netz und dem Netzmanagementsystem. Daher werden im Modul auch die Grundlagen des Netzmanagements eingeführt. In optischen WDM Netzen spielt die richtige Vergabe der Wellenlängen und die Bestimmung von optischen Pfaden eine herausragende Rolle bei der Planung und im Betrieb dieser Netze. Das Modul führt in die Theorie der Pfadfindung (engl. routing) für optische Verbindungen und die Vergabe von Wellenlängen (engl. wavelength assignment) ein. In weiteren Kapiteln werden zukünftige Techniken der optischen Netze (optische Packet-Verschaltung, engl. „Burst- und packet-switching“) und aktuelle technologische Fragestellungen näher beleuchtet.

Das Modul umfasst ein Seminar und einen Praktikumsenteil, in dem die Studierenden optische Übertragungsstrecken aufbauen und untersuchen. Es werden Versuche zur Einkopplung, Dämpfung und Dispersion durchgeführt. Die Übertragungsqualität wird mit der Vermessung des Augendiagramms beurteilt. An einem freiraumoptischen System wird das Übersprechen benachbarter Kanäle analysiert.

21700 - Mikrooptik und Nanooptik

Wie in der Mikroelektronik gibt es auch in der Optik den Trend zur Miniaturisierung und Integration. Begründet ist dies durch die Notwendigkeit, Bauelemente und Systeme zur Verfügung zu haben, welche u.a. klein, leicht und robust sind und sich preiswert herstellen lassen. Seit ca. zwei Jahrzehnten gibt es mehrere unterschiedliche Ansätze und Entwicklungen zur Miniaturisierung optischer Komponenten und zur Realisierung integrierter

optischer Mikrosysteme, welche die Technologieentwicklung im Bereich der Elektronik ausnutzen. Fortschritte der Strukturierungsverfahren in den letzten Jahren haben zusätzlich den Bereich der Nanooptik begründet.

In diesem Modul werden die technologischen und physikalischen Eigenschaften passiver mikrooptischer Bauelemente beschrieben sowie ihre Anwendungen vorgestellt. Am Anfang des Moduls stehen grundlegende Betrachtungen über die technologischen und physikalischen Aspekte der Miniaturisierung optischer Elemente. Es werden Herstellungsverfahren zur Strukturierung behandelt sowie Möglichkeiten zum Ätzen unterschiedlicher Materialien. Im zweiten Block des Moduls werden passive mikrooptische Bauelemente dargestellt, unterschieden nach ihren physikalischen Eigenschaften. Behandelt werden diffraktive und refraktive Elemente der Freiraumoptik sowie die Funktion wellenleiteroptischer Bauelemente wie z. B. Richtkoppler und Modulatoren. Nach der Behandlung der Elemente werden die unterschiedlichen Ansätze zur Integration im Bereich der Freiraum- und der Wellenleiteroptik beschrieben. Darauf folgt ein Block, in dem die wesentlichen Anwendungen mikrooptischer Bauelemente beschrieben werden. Die behandelten Themen sind Arraybeleuchtung, Strahlformung, optischer Entwurf mit Hilfe von Mikrooptik sowie in einer Übersicht mehrere neuartige Entwicklungen wie z.B. die Kombination von Optik und Mechanik in der Mikrosystemtechnik. Eine spezielle Richtung, welche sich in den vergangenen Jahren sehr schnell herausgebildet hat, ist die so genannte Nanooptik. Unterstützt wird sie durch die Weiterentwicklung der lithographischen Fertigung, welche heute die Herstellung sehr feiner Strukturen deutlich unterhalb der Lichtwellenlänge erlaubt, sowie durch die zwei- und dreidimensionale Strukturierung. Wegen der geringen Größe dieser nanooptischen Strukturen, werden hohe Ansprüche an die Modelle gelegt mit denen diese theoretisch untersucht werden. Einfache strahlenoptische Modelle reichen z.B. nicht aus, sondern es müssen die Maxwell'schen Gleichungen gelöst werden. Da es nur in wenigen Fällen analytische Lösungen gibt, sind unterschiedliche numerische Methoden entwickelt worden. Einige davon werden in den ersten Kurseinheiten vorgestellt. Im Weiteren werden verschiedene Strukturen präsentiert, deren Abmessungen im Bereich der Wellenlänge liegen. Ein besonderer Schwerpunkt sind dabei die so genannten photonischen Kristalle („Photonic Bandgap Structures“). Dies sind periodisch nanostrukturierte Materialien, die ein hohes Potential für zukünftige Bauteile aufweisen. In diesem Modul werden die physikalischen Eigenschaften dieser photonischen Kristalle dargestellt, unterschiedliche Fabrikationsverfahren vorgestellt und mögliche Anwendungen im Bereich der Wellenleiteroptik beschrieben.

Als Praktikumsversuche werden Arbeiten im Reinraum durchgeführt zum Erlernen der wesentlichen Schritte der lithographischen Fertigung sowie Untersuchungen im optischen Labor zum Charakterisieren der gefertigten Bauelemente. Zusätzlich können die Studierenden Simulationsrechnungen für nanooptische Strukturen mit Hilfe kommerzieller Simulationssoftware durchführen. Gerade dieses Modul befasst sich mit einem Gebiet der Optik, in dem z.Z. intensive Forschungen durchgeführt werden. Im Rahmen des zugehörigen Seminars sollen die Studierenden deshalb aktuelle Forschungsergebnisse präsentieren, die über die im Kurs dargestellten Grundlagen hinausgehen.

21740 - Kommunikationsnetze und Protokolle

Die Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik hat zu einer Vielzahl von Systemen und Diensten geführt, deren Basis digitale Kommunikationsnetze sind. In diesem Modul werden verschiedene Kommunikationsnetze und Protokolle detailliert vorgestellt. Einführend wird zunächst das OSI (Open Systems Interconnection) Modell von ISO (International Standardisation Organisation) zur Strukturierung von offenen Systemen ausführlich dargelegt, wobei alle sieben Schichten und deren Interaktion im Einzelnen besprochen werden. Danach werden alle vorgestellten Systeme und Protokolle an Hand der verschiedenen Schichten dieses Modells behandelt. Nach einer kurzen Darstellung von X.21 und X.25 Protokollen werden zunächst LANs (Local Area Networks) insbesondere CSMA und Token LANs und dann WLANs (Wireless LANs), WANs (Wide Area Networks), MANs (Metropol Area Networks) und HSLANs (High Speed LANs) behandelt. Weitere Schwerpunkte bilden unter anderem das ISDN (Integrated Services Digital Network), das GSM (Global System for Mobile Communication) Mobilfunk Netz, das Breitband ATM (Asynchronous Transfer Mode) Netz und das Internet. Es werden die Protokolle und die Dienste der genannten Netze ausführlich behandelt und praktische Aspekte angesprochen. Die Abhandlung soll sowohl ein Verständnis für die Funktionsweisen der einzelnen Komponenten als auch für deren Zusammenspiel vermitteln. Sie fördert das Verständnis kommunizierender Partner (Instanzen) mittels Protokollen und trägt somit zur praxisnahen Veranschaulichung und zum nachhaltigen Einprägen des Lernstoffes bei. Ein Seminar über Kommunikationsnetze und Protokolle rundet das Modul ab. Die Studierenden erhalten ein Thema aus einem jährlich wechselnden, aktuellen Schwerpunktgebiet. Dieses Thema erarbeiten sie selbständig und tragen darüber mündlich vor.

21760 - Photovoltaik

Dieses Modul gibt eine Einführung in die Physik und Technologie zur Herstellung von Solarzellen. Vom großtechnischen Einsatz der Photovoltaik verspricht man sich die Lösung vieler Probleme auf dem Gebiet der Energieversorgung. Die Energiegewinnung durch Photovoltaik beruht auf der Konversion von Solarenergie, d.h. der Umwandlung der Energie des Sonnenlichts in elektrische Energie. An die photovoltaische Energiegewinnung sind große Hoffnungen geknüpft, denn Solarenergie steht quasi unbegrenzt zur Verfügung und problematische Randerscheinungen wie die Emission von Schadstoffen (wie bei der Verbrennung fossiler Brenn-

stoffe) oder radioaktiver Rückstände (wie beim Einsatz der Kernenergie) treten nicht auf. Das Modul ist thematisch in mehrere Schwerpunkte aufgeteilt. Im ersten, physikalischen Teil wird zunächst die Herkunft der elektromagnetischen Strahlung beschrieben. Zudem werden die Wechselwirkungen der Strahlung mit Festkörpern behandelt, wobei insbesondere die Strahlungsgesetze und Absorptionsvorgänge eingeführt werden. Die notwendigen Grundlagen aus der Physik der Halbleiter, das sind Begriffe wie Bänderdiagramme, Leitfähigkeit und Fermifunktion, werden erläutert. Die Solarzelle wird als Sonderform einer normalen pn-Übergangsdioden im Rahmen der Shockley-Read-Hall-Theorie beschrieben. Ihre wichtigsten physikalischen Parameter wie spektrale Empfindlichkeit und Wirkungsgrad werden erläutert. Dabei wird insbesondere auch auf limitierende Faktoren eingegangen. Es werden sowohl die kristallinen als auch die amorphen Strukturen von Solarzellen beschrieben. Zur Abrundung des physikalischen Teils wird auch auf den Stromtransport in nichtkristallinen Materialien eingegangen. Denn um Kosten bei der Herstellung von Solarzellen zu sparen, wird immer häufiger auf sogenannte Billigsubstrate wie amorphes oder polykristallines Silizium zurückgegriffen. Der technologische Teil beschreibt die Herstellung von Solarzellen aus monokristallinem, polykristallinem und amorphem Ausgangsmaterial mit allen wesentlichen Prozessschritten wie Diffusion, Metallisierung und Antireflexbeschichtung bis hin zur Herstellung von Tandemsolarzellen. Insbesondere wird auch auf die Technologie von Gallium-Arsenid-Solarzellen eingegangen, die z.B. für solartechnische Anwendungen in der Weltraumfahrt von Bedeutung sind. Abschließend wird zudem noch der wichtige Aspekt der Messtechnik behandelt. Im Rahmen eines am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme in Gelsenkirchen durchgeführten Präsenzpraktikums werden die behandelten Bauelemente vorgeführt und ihre Eigenschaften bzw. Funktionen näher untersucht.

21770 - Prozessleittechnik

Die Prozessleittechnik fasst die Mittel und Maßnahmen zusammen, die dem Steuern, Regeln und Sichern verfahrenstechnischer Anlagen dienen. Auf der Grundlage jahrzehntelanger praktischer Erfahrungen geschrieben, wird ein großes und aktuelles Teilgebiet der Automatisierungstechnik vorgestellt. Im Einzelnen werden zunächst Aufgabenstellung und Grundkonzepte der Prozessleittechnik, speicherprogrammierbare Steuerungen, Aufbau von und Software-Erstellung für verteilte Prozessleitsysteme, Wartentechnik, Einsatzvorbereitung, Projektentwicklung und Anwendungsbeispiele behandelt. Unter besonderer Berücksichtigung der chemischen Verfahrenstechnik wird im weiteren Verlauf die Prozessleittechnik in der Feldebene betrachtet. Diese fasst die zur Informationsgewinnung aus dem Prozess (Sensorik) und die zur Rücktransformation verarbeiteter Informationen in den Prozess (Aktorik) erforderlichen Mittel und Maßnahmen zusammen, soweit sie dem Steuern, Regeln und Sichern verfahrenstechnischer Anlagen dienen. Das Prinzip verfahrenstechnischer Regelstrecken und die Funktionsweise wichtiger verfahrenstechnischer Apparate und deren Komponenten werden dargestellt. Insbesondere werden die Wirkprinzipien charakteristischer und betriebserprobter Geräte zur Erfassung der Größen Druck, Druckdifferenz, Füllstand, Temperatur, Durchfluss, Menge und Masse sowie entsprechende Stellfunktionen und -einrichtungen ausführlich beschrieben und es wird gezeigt, was beim Einsatz dieser Geräte zu beachten ist und mit welchen Schwierigkeiten, Messunsicherheiten und Beanspruchungen gerechnet werden muss. Auf Anforderungen, die sich aus Unfallverhütungsvorschriften, der Eichgesetzgebung und dem Explosionsschutz ergeben, wird besonders eingegangen. Die zur Spezifikation der von verteilten Prozessleitsystemen durchzuführenden Informationsverarbeitung erforderlichen Ingenieurleistungen Konfigurieren und Parametrieren werden an einem im Labor vorhandenen und in einen Musterprozess eingebundenen Leitsystem eingeübt. Um die Vielzahl der behandelten Komponenten in der Praxis kennen zu lernen, wird gegen Semesterende ein Studientag in einem verfahrenstechnischen Betrieb abgehalten.

21780 - Softwaretechnik für Ingenieure (*Software-Architektur und Entwicklungswerkzeuge*)

Bei der Softwareentwicklung wird zwischen der Entwicklung „im Kleinen“ und „im Großen“ unterschieden. Dies meint einerseits die konkrete Erstellung der Software mit allen Aspekten des Programmierens, des Konfigurationsmanagements, des Testens und der Fehlersuche (im „Kleinen“), was heutzutage ohne Werkzeugunterstützung nicht mehr durchführbar ist. Der andere Bereich betrifft das Design und die Entwicklung ganzer Softwaresysteme und deren Architektur, weitgehend unabhängig von den verwendeten Programmiersprachen und Werkzeugen (im „Großen“). Daher ist der Kurs zweigeteilt: Der erste Teil behandelt die Erstellung von Software mit Unterstützung durch verschiedenste Werkzeuge in Einsatzfeldern wie Entwurf, Programmkonstruktion und -konfiguration, Software-Test oder Programmanalyse. „Klassiker“ wie DIFF, MAKE oder CVS kommen genauso zu Wort wie werkzeuggestützter Entwurf mittels UML oder jüngste Entwicklungen (z.B. Eclipse). Der Kurs soll dazu befähigen, die Problemfelder in der Praxis zu erkennen und die Grundlagen, Methoden und Einsatzgebiete moderner Software-Werkzeuge kennen zu lernen. Der zweite Teil behandelt Aspekte der Software-Architektur. Dazu zählen Probleme wie große Systeme erfolgreich entworfen werden, wie sie sich in Komponenten zerlegen lassen und wie ihre Qualität gesichert werden kann. Es wird behandelt, wie sich Architekturen für verschiedene Anwendungsgebiete unterscheiden, wie die Architektur von vorhandenen Systemen wieder gewonnen werden kann und wie Referenzarchitekturen entstehen und benutzt werden. Der Kurs soll dazu befähigen, die Entwicklung großer Systeme bewältigen zu können, sei es in Entwurf oder Wartung. Zu beiden Kursen werden begleitend virtuelle Praktika angeboten: Im ersten Praktikum wird ein Softwaresystem mittels der vorgestellten Werkzeuge entwickelt. Im zweiten Praktikum wird zuerst die Architektur eines beste-

henden Systems untersucht und bewertet. Danach werden verschiedene Methoden der Software-Architektur praktisch erprobt.

21790 - Multimediatechnologie

Die technologische Entwicklung von Kommunikationsnetzen in den letzten Jahren ist dadurch gekennzeichnet, dass immer höhere Bandbreiten für die Übermittlung von Daten der unterschiedlichsten Anwendungen zur Verfügung stehen. Von Ingenieuren wird erwartet, dass sie sowohl die unterschiedlichen Multimedia-Technologien beherrschen und einsetzen, als auch die Möglichkeiten und Grenzen der verfügbaren Netze und Geräte kennen. Diese Thematiken werden in dem vorliegenden Modul ausführlich behandelt. Der Begriff Multimedia beschreibt die Verknüpfung verschiedener Darstellungsformen für Informationen wie Ton, Text, Graphik, Still- und Bewegtbild, Animation, interaktive Karten und/oder virtuelle Realitäten über mehrdimensionale Verbindungen. In diesem Modul werden alle rechner- und software-technischen Grundlagen, die man zur Entwicklung multimedialer Anwendungen und Systeme kennen und beherrschen muss, vermittelt. Behandelt werden unter anderem die verschiedenen Medien und die von ihnen verursachten Datenströme, die Grundlagen der Audio- und Videotechniken und der Animationen, die verschiedenen Aspekte der Datenkompression, gängige Multimedia-Rechnerarchitekturen, Betriebs- und Datenbanksysteme und optische Speichermedien. Ebenso werden die Multimedia-Kommunikation, ihre Dienstgüte und Synchronisation, die Verwendung von Hypertext und Hypermedia, sowie die Erstellung der Benutzeroberflächen für Multimedia-Anwendungen behandelt. Den Studierenden wird im Rahmen eines Praktikums eine integrierte Sammlung von interaktiven Java-Applets, Animationen und Videosequenzen zur Verfügung gestellt, um den Lernprozess durch multimediale Anschauung und eigene Handhabung zu vertiefen und ihnen zusätzlichen Einsichten zu vermitteln. Ein Seminar und ein Praktikum, in dem aktuelle Themen aus dem Bereich der Multimedia-Technologien referiert werden, runden das Modul ab.

21810 - IT – Sicherheit

Der Kurs 01867 Sicherheit im Internet II (im Wintersemester) vertieft das Thema Sicherheit im Internet. Er besteht aus vier Teilen. Im ersten Teil werden typische Angriffe auf Systeme genauer vorgestellt. Hierzu gehören die Angriffe auf Schwächen in Protokollen ebenso wie Angriffe auf die Konfiguration von Systemen. Spezielle Überwachungs- bzw. Angriffsprogramme werden vorgestellt. Den Abschluss des ersten Teils bildet ein Abschnitt zu Angriffen auf Verschlüsselungsalgorithmen. Der zweite Teil beschäftigt sich mit der Benutzersicherheit. Ausgehend von typischen E-Commerce-Transaktionen werden verschiedene Möglichkeiten zur Bezahlung im Internet mit ihren Eigenschaften vorgestellt. Weiterhin wird besprochen, wie man seinen privaten PC vor Angriffen schützen kann (Virens Scanner, Personal Firewalls etc.). Anschließend werden verschiedene biometrische Authentisierungsverfahren mit ihren Eigenschaften vorgestellt. Der dritte Teil beschäftigt sich mit der Anbietersicherheit. Konkret geht es um den Aufbau eines privaten Netzes über öffentliche Netzwerke. Dies wird durch Virtual Private Networks (VPN) realisiert. Ihre Basistechnologien und ihr Aufbau werden vorgestellt. Außerdem werden Intrusion Detection Systeme (IDS) zur Unterstützung bei der Erkennung von Angriffen besprochen. Es werden wieder die zu Grunde liegenden Techniken und die Eigenschaften von IDS besprochen. Im letzten Teil des Kurses geht es um die Erstellung von sicheren Systemen. Zunächst werden die Rahmenbedingungen - wie beispielsweise gesetzliche Vorschriften - vorgestellt, die Einfluss auf die Eigenschaften sicherer Systeme haben. Anschließend werden Hinweise zu Software-Engineering-Prozessen gegeben. Die Beachtung dieser Hinweise vereinfacht die Erstellung sicherer Systeme.

Der Kurs 21811 Fehlertoleranz in Computersystemen und Netzwerken (im Sommersemester) besteht aus vier Kurseinheiten, die eine Einführung in das Gebiet der fehlertolerierenden Systeme vermitteln. Die erste Einheit macht den Leser durch eine Reihe von Beispielen zunächst mit dem Problem der Fehlertoleranz bekannt. Darüber hinaus sollen in der ersten Kurseinheit die Unterschiede zwischen Fehlertoleranz und Risikominimierung genauer untersucht werden. Obwohl das Gebiet der fehlertolerierenden Systeme im Allgemeinen im Rahmen der Informatik definiert ist, werden die grundlegenden Prinzipien anhand allgemeiner Beispiele dargestellt. Insbesondere werden hier verschiedene Arten von Fehlern definiert und untersucht, unter welchen Bedingungen ein System trotz Auftretens solcher Fehler weiterarbeiten kann. In der zweiten Kurseinheit werden die theoretischen Grundlagen behandelt, die im Wesentlichen ein Basiswissen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der Statistik umfassen. Hierbei werden die Prinzipien jeweils mittels Beispielen demonstriert, die es ermöglichen, die behandelten Methoden auf verschiedene Probleme anzuwenden. In der dritten Kurseinheit werden Ansätze vorgestellt, die zu einer fehlertolerierenden Datenspeicherung und Datenübertragung beitragen. Dabei werden im Speziellen die Unterschiede zwischen Fehlererkennung und Fehlerkorrektur demonstriert. Darüber hinaus wird in der dritten Kurseinheit der Begriff der Redundanz genauer untersucht. Die vierte Kurseinheit fokussiert auf die Entwicklung fehlertoleranter Kommunikationssysteme und verteilter Rechnersysteme mittels protokollbasierter Ansätze. Verschiedene Protokollelemente werden hier auf ihren Beitrag zur Fehlertoleranz hin untersucht. Dabei dient das 7-Schichten-OSI-Modell dazu, die unterschiedlichen Protokollelemente den jeweiligen Systemkomponenten zuzuordnen. Am Ende jeder Kurseinheit findet der Leser eine Sammlung von Übungsaufgaben, die dazu beitragen, einen Bezug zu der oft sehr abstrakten Materie der fehlertoleranten Systeme herzustellen. Zur Lösung dieser Aufgaben muss der Leser die jeweilige Kurseinheit sorgfältig bearbeiten und möglicherweise einen Blick in die verfügbare Literatur werfen. Die Themen der ein-

zelenen Kurseinheiten basieren auf aktuellen Fachbüchern der Fehlertoleranz, Kommunikationssysteme, Betriebssysteme, verteilter Systeme und der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik.

Beide Kurse können unter Beachtung des Angebots im Winter- bzw. Sommersemester in beliebiger Reihenfolge studiert werden.

Das Modul wird mit dem Seminar 21817 IT-Sicherheit abgeschlossen.