

# Modulhandbuch

---

## Master

# Wirtschaftsingenieurwesen

---

**Studienordnungsversion: 2011**

**Vertiefung: ABT**

**gültig für das Wintersemester 2016/17**

Erstellt am: 01. November 2016

aus der POS Datenbank der TU Ilmenau

Herausgeber: Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau

URN: urn:nbn:de:gbv:ilm1-mhb-5252

# Inhaltsverzeichnis

Name des Moduls/Fachs	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	Abschluss	LP	Fachnr.
	VSP	VSP	VSP	VSP	VSP	VSP	VSP			
<b>Ingenieurwissenschaftliche Grundlagenfächer</b>								FP	12	
Grundlagen der Biomedizinischen Technik	2 1 0							PL 90min	3	1372
Grundlagen der Biosignalverarbeitung	2 1 0							PL 120min	3	1707
Modellbildung	2 1 0							PL 30min	3	6316
Prozessoptimierung 1		2 1 0						PL 30min	3	1469
<b>Biomedizinische Technik</b>								FP	26	
Anatomie und Physiologie 1	2 0 0							PL 60min	3	618
Bildgebende Systeme in der Medizin 1		2 0 0						PL 60min	2	1693
Biosignalverarbeitung 1		2 1 0						PL 90min	3	1355
Grundlagen des Strahlenschutzes		2 0 0						PL 20min	2	5606
Informationsverarbeitung in der Medizin		2 1 0						PL 60min	3	1379
Klinische Verfahren 1		2 0 0						PL 60min	3	1696
Krankenhausökonomie		2 0 0						PL 60min	2	630
Technische Sicherheit und Qualitätssicherung in der Medizin		2 0 0						PL 60min	2	1404
Verfahren der Biomedizinischen Messtechnik		2 1 0						PL 20min	3	5603
Bildverarbeitung in der Medizin 1			2 1 0					PL 90min	3	5592
Biomedizinische Technik in der Therapie			2 0 0					SL 60min	2	1691
Hauptseminar BMT			0 2 0					PL	2	1685
KIS, Telemedizin, eHealth			2 0 0					PL 30min	3	5601
Krankenhausmanagement			1 1 0					PL 60min	2	1714
Labor Biomedizinische Technik			0 0 2					SL	2	1694
<b>Automatisierungstechnik</b>								FP	26	
Prozessmess- und Sensortechnik 1	2 1 0							PL 20min	3	1467
Regelungs- und Systemtechnik 2	2 1 0							PL 45min	3	1472
Digitale Regelungen		2 1 0						PL 90min	3	1424
Kommunikations- und Bussysteme		2 1 0						PL 60min	3	100768
Matlab für Ingenieure		2 1 0						SL 90min	3	5550
Nichtlineare Regelungstechnik		2 1 0						PL 90min	4	5536
Prozessleittechnik		2 1 0						PL 30min	3	1393
Simulation		2 1 0						PL 30min	3	1400

Wissensbasierte Systeme 1	■	2 1 1	■	■	■	PL 30min	3	5553
Automatisierungstechnik 2	■		2 1 0	■	■	PL 30min	3	5541
Fuzzy- and Neuro Control	■		2 1 0	■	■	PL 30min	4	5912
Hauptseminar Automatisierungstechnik und Systemtechnik	■		0 2 0	■	■	PL	2	6410
Labor Automatisierungstechnik und Systemtechnik	■		0 0 2	■	■	SL	2	6418
Prozessoptimierung 2	■		2 1 0	■	■	PL 30min	4	5538

---

## Modul: Ingenieurwissenschaftliche Grundlagenfächer

Modulnummer6322

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Christoph Ament

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Vorraussetzungen für die Teilnahme

Detailangaben zum Abschluss

## Grundlagen der Biomedizinischen Technik

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 1372 Prüfungsnummer: 2200009

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Ziel der Veranstaltung ist es Grundlagen der Biomedizinischen Technik zu vermitteln. Die Studierenden kennen und verstehen die Modellierungsstrategien in biologischen Systemen, können diese analysieren, bewerten und anwenden. Die Studierenden sind in der Lage für gegebene Teilsysteme Modelle zu entwerfen. Die Studierenden besitzen Fach- und Methodenkompetenz bei Kompartimentmodellen, Herz- und Kreislaufmodellierung, Modellierung und Steuerung der Atmung und der Steuerung von Bewegungssystemen. Die Studierenden sind in der Lage ethische Aspekte in der Medizintechnik zu verstehen und zu bewerten, sowie bei der Entwicklung von Medizintechnikprodukten zu berücksichtigen. Die Studierenden sind in der Lage grundlegende Sachverhalte der Biomedizinischen Technik klar und korrekt zu kommunizieren.

### Vorkenntnisse

Mathematik 1-3, Physik 1-2, Anatomie und Physiologie 1-2, Elektro- und Neurophysiologie, Allgemeine Elektrotechnik 1-3, Theoretische Elektrotechnik

### Inhalt

Einführung (Begriffsdefinition, Spezifik der Modellierung biologischer Systeme, Modell und Experiment, Modellierungsstrategien in Physiologie und Medizin); Kompartimentmodelle (Grundlagen, Parameterschätzung, Validierung, medizinische Anwendungen); Herz- und Kreislaufmodellierung (Vorteile und Grenzen des Patientenmodells, Gefäßmodelle, Herzmodelle, kombinierte Herz-Kreislauf-Modelle, neurale und humorale Steuerung); Modellierung und Steuerung der Atmung (Regelungshierarchie der Atmung, Modelle der Atmungssteuerung, Optimierung der Beatmung, Schlussfolgerungen); Methoden und Werkzeuge zur Identifikation physiologischer Systeme; Steuerung von Bewegungssystemen Ethische Aspekte der biomedizinischen Technik: Berufsethik in der Biomedizinischen Technik, Ethische Grundlagen für Experimente am Menschen und am Tier bei der Entwicklung von Medizintechnik, Organisationen und Richtlinien

### Medienformen

Tafel, Mitschriften, Folien, computerbasierte Präsentationen, Demonstration, Übungsaufgaben

### Literatur

Hutten, H. (Hrsg.), Biomedizinische Technik Bd. 1, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 1993 Meyer-Waarden, K.: Bioelektrische Signale und ihre Ableitverfahren, Schattauer-Verlag Stuttgart/New York 1985 Webster, J.G. (Ed.): Medical Instrumentation - Application and Design, Houghton Mifflin Co. Boston/Toronto, 1992 Bronzino, J. D. (Ed.): The Biomedical Engineering Handbook, Vol. I + II, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton 2000 Hendee, W.R., Ritenour, E.R.: Medical imaging physics, Wiley-Liss, Inc., New York, 2002 Malmivuo, J.: Bioelectromagnetism, Oxford University Press, 1995 Haueisen, J.: Numerische Berechnung und Analyse biomagnetischer Felder. Wissenschaftsverlag Ilmenau, 2004

### verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Ingenieurinformatik 2008  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT  
Bachelor Biomedizinische Technik 2008  
Bachelor Mathematik 2013  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010  
Master Technische Physik 2011  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung BT  
Bachelor Informatik 2010  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Bachelor Biomedizinische Technik 2013  
Bachelor Mathematik 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008  
Bachelor Informatik 2013  
Bachelor Biomedizinische Technik 2014  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung BT  
Master Technische Physik 2008  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT

## Grundlagen der Biosignalverarbeitung

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 120 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 1707 Prüfungsnummer: 2200047

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Husar

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2222

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Studierende erweitern ihre Grundkenntnisse aus der Elektrotechnik, Systemanalyse, Automatisierungstechnik und Schaltungstechnik sowie Signalverarbeitung um medizinisch und medizintechnisch relevante Bereiche der Messtechnik für Diagnostik, Therapie und Rehabilitation. Ein neues, erweitertes Grundverständnis für das biologische Objekt aufbauend auf der Kenntnis über die Unterschiede zur Technik, Physik und Ingenieurwissenschaft wird erworben und aus Sicht der Medizin vermittelt. Studierende sind in der Lage, die Problematik der Sensorik, Messtechnik, Signalverarbeitung und Elektronik im medizinischen Bereich aufbauend auf den Kenntnissen aus der Technik zu erfassen und zu analysieren.

### Vorkenntnisse

- Regelungs- und Systemtechnik
- Signale und Systeme
- Elektrotechnik
- Mathematik
- Grundlagen der Schaltungstechnik
- Medizinische Grundlagen
- Anatomie und Physiologie
- Elektro- und Neurophysiologie
- Technische Informatik
- Elektronik
- Elektrische Messtechnik
- Prozessmess- und Sensortechnik

### Inhalt

Im Rahmen der Vorlesung und Übung werden Grundlagen der Biosignalverarbeitung vermittelt. Die gesamte Messkette, beginnend am Sensor, über den Messverstärker, analoge Filter, Abtastung, Digitalisierung und digitale Filter bis hin zur Auswertung wird hinsichtlich ihrer methodischen Breite, technologischer Lösungsansätze und grundlegenden Eigenschaften behandelt:

- Einführung in die Problematik der medizinischen Messtechnik und Signalverarbeitung
- Sensoren für die medizinische Messtechnik: Messung elektrischer und nichtelektrischer Größen
- Besonderheiten der medizinischen Messverstärkertechnik: Differenzverstärker, Guardingtechnik
- Störungen bei medizintechnischen Messungen – ihre Erkennung und Reduktion
- Analoge Filterung, Signalkonditionierung
- Zeitliche Diskretisierung von Biosignalen: Besonderheiten bei instationären Prozessen
- Digitalisierung von Biosignalen: AD-Wandler für den medizintechnischen Bereich

- Prinzip, Analyse und Synthese digitaler Filter
- Adaptive Filterung

## Medienformen

Folien mit Beamer für die Vorlesung, Tafel, Computersimulationen. Whiteboard und rechentechnisches Kabinett für das Seminar

## Literatur

1. John L. Semmlow: Biosignal and Medical Image Processing, CRC Press, 2. Edition, 2009.
2. Hutten, H. (Hrsg.), Biomedizinische Technik Bd. 1, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 1993
3. Meyer-Waarden, K.: Bioelektrische Signale und ihre Ableitverfahren, Schattauer-Verlag Stuttgart/New York 1985
4. Webster, J.G. (Ed.): Medical Instrumentation - Application and Design, Houghton Mifflin Co. Boston/Toronto, 1992
5. Bronzino, J. D. (Ed.): The Biomedical Engineering Handbook, Vol. I + II, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton 2000
6. Husar, P.: Biosignalverarbeitung, Springer, 2010

## Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT
- Bachelor Biomedizinische Technik 2008
- Bachelor Mathematik 2013
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung BT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung BT
- Bachelor Informatik 2010
- Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT
- Bachelor Biomedizinische Technik 2013
- Bachelor Mathematik 2009
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT
- Bachelor Biomedizinische Technik 2014
- Bachelor Informatik 2013

## Modellbildung

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6316 Prüfungsnummer: 2200242

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Christoph Ament

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2211

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können für wesentliche technische Systeme ein mathematisches Modell aufbauen, das für Analyse, Simulation und Reglerentwurf geeignet ist. Sie kennen wesentliche Modellbildungsprinzipien der theoretischen Modellbildung und können im Rahmen einer experimentellen Modellbildung eine Parameteridentifikation und eine Modellvalidierung durchführen.

### Vorkenntnisse

Vorausgesetzt wird der erfolgreiche Abschluss folgender Fächer:

- Mathematik 1 und 2
- Physik 1 und 2
- Elektrotechnik 1

### Inhalt

Möchte man das Verhalten eines technischen Systems vor seiner Realisierung simulativ untersuchen oder eine Regelung für das System entwerfen, benötigt man ein Modell (also eine mathematische Beschreibung) des Systems. Die Entwicklung eines geeigneten Modells kann sich in der Praxis als aufwändig erweisen. In der Vorlesung werden systematische Vorgehensweisen und Methoden für eine effiziente Modellbildung entwickelt. Dabei wird in die Wege der theoretischen und experimentellen Modellbildung unterschieden.

Nach einer Einführung (Kapitel 1) werden zunächst Methoden der theoretischen Modellbildung (Kapitel 2) vorgestellt. Ausgangspunkt sind Modellansätze und Modellbildungsprinzipien in verschiedenen physikalischen Domänen wie z.B. der Mechanik. Diese werden durch Analogiebetrachtungen und die Darstellung im Blockschaltbild miteinander verknüpft, und Methoden zur Modellvereinfachung werden diskutiert. Für die experimentelle Modellbildung (Kapitel 3-5) werden allgemeine Modellansätze eingeführt und anschließend Methoden Identifikation von Modellparametern aus Messdaten entwickelt. Zur effizienten experimentellen Analyse von Systemen wird die Möglichkeit der Modellvalidierung durch statistische Tests vorgestellt.

Die Kapitel der Vorlesung gliedern sich wie folgt:

1. Einführung
2. Physikalische („Whitebox“) Modelle
3. Allgemeine („Blackbox“) Modelle
4. Parameteridentifikation
5. Modellvalidierung durch statistische Tests

## Medienformen

Die Konzepte werden während der Vorlesung an der Tafel entwickelt. Über Beamer steht ergänzend das Skript mit Beispielen und Zusammenfassungen zur Verfügung. Zur Veranschaulichung werden numerische Simulationen gezeigt. Das Skript kann im Copyshop erworben oder im PDF-Format frei herunter geladen werden. Auf der Vorlesungs-Webseite finden sich weiterhin aktuelle Informationen, Übungsaufgaben und Unterlagen zur Prüfungsvorbereitung.

## Literatur

- R. Isermann, M. Münchhof: Identification of Dynamic Systems – An Introduction with Applications, Springer Verlag, 2011
- J. Wernstedt: Experimentelle Prozessanalyse, VEB Verlag Technik, 1989
- K. Janschek: Systementwurf mechatronischer Systeme, Methoden – Modelle – Konzepte, Springer, 2010
- W. Kleppmann: Taschenbuch Versuchsplanung, Produkte und Prozesse optimieren, 7. Auflage, Hanser, 2011

## Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Bachelor Ingenieurinformatik 2008
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT
- Master Electrical Power and Control Engineering 2013
- Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013
- Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010
- Bachelor Maschinenbau 2013
- Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung AT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

## Prozessoptimierung 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1469 Prüfungsnummer: 2200024

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Pu Li

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2212

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können

- die Grundlagen, Problemstellungen und Methoden der statischen Prozessoptimierung klassifizieren,
- Methoden und Werkzeuge anwenden,
- unterschiedliche Problemstellungen und mathematische Herleitungen analysieren und generieren sowie Anwendungsfälle für industrielle Prozesse analysieren, entwickeln und bewerten.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Mathematik, Physik, Elektrotechnik, Regelungs- und Systemtechnik

### Inhalt

Optimierung des Designs und des Betriebs industrieller Prozesse

- Lineare und Nichtlineare Programmierung
- Mixed-Integer Optimierung
- Anwendung von Optimierwerkzeugen (GAMS) am Rechner
- Praktische Anwendungsbeispiele

Lineare Programmierung:

Theorie der linearen Programmierung, Freiheitsgrad, zulässiger Bereich, graphische Darstellung/Lösung, Simplexmethode, Dualität, Mischungsproblem, optimale Produktionsplanung.

Nichtlineare Optimierung:

Konvexitätsanalyse, Probleme ohne und mit Nebenbedingungen, Optimalitätsbedingungen, Methode des goldenen Schnitts, das Gradienten-, Newton-, Quasi-Newton-Verfahren, Probleme mit Nebenbedingungen, Kuhn-Tucker-Bedingungen, SQP-Verfahren (Sequentiell Quadratische Programmierung), „Active-Set“-Methode, Approximation der Hesse-Matrix, Anwendung in der optimalen Auslegung industrieller Prozesse.

Mixed-Integer Nichtlineare Programmierung (MINLP):

Mixed-Integer Lineare und Nichtlineare Programmierung (MILP, MINLP), Branch-and-Bound-Methode, Master-Problem, Optimierungssoftware GAMS, Anwendung im Design industrieller Prozesse.

## Medienformen

Präsentation, Vorlesungsskript, Tafelanschrieb

## Literatur

U. Hoffmann, H. Hofmann: Einführung in die Optimierung. Verlag Chemie. Weinheim. 1982

T. F. Edgar, D. M. Himmelblau. Optimization of Chemical Processes. McGraw-Hill. New York 1989

K. L. Teo, C. J. Goh, K. H. Wong. A Unified Computational Approach to Optimal Control Problems. John Wiley & Sons. New York. 1991

C. A. Floudas: Nonlinear and Mixed-Integer Optimization. Oxford University Press. 1995

L. T. Biegler, I. E. Grossmann, A. W. Westerberg. Systematic Methods of Chemical Process Design. Prentice Hall. New Jersey. 1997

M. Papageorgiou. Optimierung. Oldenbourg Verlag. München. 2006

J. Nocedal, S. J. Wright. Numerical Optimization. Springer-Verlag. 1999

## Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Bachelor Ingenieurinformatik 2008

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008

Bachelor Informatik 2010

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010

## Modul: Biomedizinische Technik

Modulnummer 9016

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Ziel des Moduls ist es die grundlegenden Kompetenzen auf dem Gebiet der biomedizinischen Technik in Diagnose und Therapie für Studierende des Studiengangs Informatik zu vermitteln. Die Studierenden haben ein Grundverständnis für die innere logische Gliederung der Medizin (Wissenschaft und Praxis). Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse über Bau und Funktionen ausgewählter Organsysteme. Die Studierenden kennen und verstehen die Modellierungsstrategien in biologischen Systemen, können diese analysieren, bewerten und anwenden, sowie für gegebene Teilsysteme Modelle entwerfen. Sie verstehen die Modellierungsstrategien als Grundlage für die Entwicklung von Diagnose- und Therapieverfahren. Die Studierenden besitzen Kenntnisse der Bildsignalgenerierung im Ergebnis des genutzten physikalischen Wechselwirkungsprozesses sowie der Übertragung, Visualisierung und Speicherung des Bildsignals. Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Wirkprinzipien ausgewählter Biomedizinischer Therapietechnik, können diese analysieren, bewerten und beim Syntheseprozess mitwirken. Die Studierenden sind in der Lage grundlegende Wechselwirkungen zwischen Biomedizinischer Technik und Gesellschaft, sowie ethische Aspekte in der Medizintechnik zu verstehen und zu bewerten, sowie bei der Entwicklung von Medizintechnikprodukten zu berücksichtigen. Die Studierenden sind in der Lage grundlegende Sachverhalte der Biomedizinischen Technik klar und korrekt zu kommunizieren.

### Vorraussetzungen für die Teilnahme

AET 1+2, Mathematik 1+2

### Detailangaben zum Abschluss

Für diese Modulprüfung werden die dem Modul zugehörigen Prüfungen einzeln abgelegt. Die Note dieser Modulprüfung wird errechnet aus dem mit den Leistungspunkten gewichteten Durchschnitt (gewichtetes arithmetisches Mittel) der Noten der einzelnen bestandenen Prüfungsleistungen.

## Anatomie und Physiologie 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 60 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 618 Prüfungsnummer: 2300075

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Hartmut Witte

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 68 SWS: 2.0  
 Fakultät für Maschinenbau Fachgebiet: 2348

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	0	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Lernziele und erworbene Kompetenzen sind am Berufsbild "Biomedizinische Technik" orientiert.

1. Die Studierenden haben ein Grundverständnis für die innere logische Gliederung der Medizin (Wissenschaft und Praxis).
2. Die Studierenden können mit Ärzten und medizinischem Hilfspersonal fachlich korrekt und terminologisch verständlich kommunizieren (Frage- und Antwortfähigkeit).
3. Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse über Bau und Funktionen ausgewählter Organsysteme: 3.a. Bewegungsapparat 3.b. Herz-Kreislauf-System 3.c. Atmungssystem
4. Die Studierenden kennen die Grenzen ihrer medizinischen Kenntnisse und Fähigkeiten. Weitere Kapitel zum Themenkomplex werden in den Veranstaltungen "Anatomie und Physiologie 2", "Elektro- und Neurophysiologie" / "Neurobiologie" und "Biokompatible Werkstoffe" erarbeitet.
5. Die Studierenden kennen den Rechtsrahmen ärztlichen Handelns (wem ist unter welchen Bedingungen mit Einwilligung des Patienten eine Körperverletzung erlaubt?).

### Vorkenntnisse

Curriculares Abiturwissen Biologie, Chemie und Physik

### Inhalt

Einführung: • Der Systembegriff • Der medizinische Normalitätsbegriff in Abgrenzung zum Pathologischen • Saluto- vs. Pathogenese • Innere Logik der medizinischen Fächergliederung • Medizinische Terminologie Allgemeine Anatomie: • Pariser Nomina Anatomica (PNA), Terminologia Anatomica • Orientierungsbegriffe. • Gewebegliederung, Grundbegriffe der Zytologie Histologie. Spezielle Anatomie, Physiologie und relevante Biochemie folgender Systeme in speziell für Ingenieurstudenten aufbereiteter Form: • Bewegungsapparat: o Muskulatur o Knochen o Gelenke (Diarthrosen, Amphiarthrosen) o Interaktion des Muskels mit den übrigen Elementen des Bewegungsapparates o Kinematische Ketten • Herz-Kreislauf-System: o Blut o Arterien vs. Venen, Definitionen, Aufbau, Funktionen o Flussbild Gesamtsystem, Volumenströme, Drucke o Zeitaufgelöste Pumpfunktionen, Windkesselleffekt o Herzwandaufbau, Höhlen, Einbindung in die Umgebung, topographische Konsequenzen o Herzmechanik o Erregungsbildung und -leitung • Atmung (äußere, innere): o Äußere Atmung – Gastransport im Blut – Innere Atmung o Atemmechanik o Aufbau der Luftwege o Bilanzen der Gasströme, medizinisch übliche Kenngrößen o Laminare vs. turbulente Gasströme, Widerstände o Diffusionsgesetz und Konsequenzen für den Gasaustausch

### Medienformen

Präsentation, Tafel, Anatomie am Lebenden, e-Learning (moodle)

### Literatur

Allgemeine Primärempfehlung (Prüfungswissen): • Aumüller et al.: Anatomie, MLP Duale Reihe, Thieme, Stuttgart. • Silbernagel et al.: Taschenatlas der Physiologie. Thieme, Stuttgart.

## Detailangaben zum Abschluss

vgl. Modul "Anatomie und Physiologie"

## verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Ingenieurinformatik 2008

Bachelor Biotechnische Chemie 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Bachelor Mathematik 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Bachelor Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013 Vertiefung MR

Bachelor Biomedizinische Technik 2013

Bachelor Mathematik 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008

Bachelor Ingenieurinformatik 2013

Master Mechatronik 2008

Bachelor Biomedizinische Technik 2014

Bachelor Informatik 2013

Bachelor Mechatronik 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung BT

Master Mechatronik 2014

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Bachelor Biomedizinische Technik 2008

Bachelor Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013 Vertiefung MR

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung BT

## Bildgebende Systeme in der Medizin 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 60 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1693 Prüfungsnummer: 2200014

Fachverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Leistungspunkte: 2 Workload (h): 60 Anteil Selbststudium (h): 38 SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	0	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Kerninhalte orientieren sich überwiegend an methodenorientierten Kenntnissen der Bildsignalgenerierung im Ergebnis des genutzten physikalischen Wechselwirkungsprozesses sowie der Übertragung, Visualisierung und Speicherung des Bildsignals. Gerätetechnische Kenntnisse werden als aktuelle Anwendungsbeispiele gestaltet. Die Studierenden begreifen Bilderzeugungssysteme in der Medizin als spezialisierten Gegenstands- und Methodenbereich der Biomedizinischen Technik, der sich mit Analyse, Synthese und Optimierung sowie mit der Qualitätssicherung der Anwendung von radiologischen Bilderzeugungssystemen in der Medizin beschäftigt. Die Studierenden sind in der Lage, auf der Ebene des Signalübertragungsprozesses Aufbau und Funktion der Bilderzeugungssysteme zu erkennen und zu analysieren einschließlich der Aufwärtseffekte der genutzten physikalischen Wechselwirkungsprozesse. Sie verstehen die komplexen Zusammenhänge bildgebender Systeme als technische Hilfsmittel zum Erkennen von Krankheiten. Sie sind in der Lage, deren Aufwand, Nutzen und Risiko im medizinischen Versorgungs- und ärztlichen Betreuungsprozess zu bewerten.

### Vorkenntnisse

Strahlenbiologie/Medizinische Strahlenphysik, Strahlungsmesstechnik, Signale und Systeme 1, Klinische Verfahren 1 -2

### Inhalt

Röntgenstrahlung:

Röntgendiagnostische Technik - Begriffe, Zuordnung; Röntgendiagnostischer Prozess.

Röntgenstrahlenquellen - Diagnostikröntgenröhren, Anforderungen; Festanodenröntgenröhren; Drehanodenröntgenröhren, Leistungsparameter, Elektrische Eigenschaften, Betriebsarten, Alterung, Herstellungstechnologie; Drehkolbenröhren;

Röntgendiagnostikgeneratoren, Arten, Überblick, Einpuls-Transformator-Generator, Konvertergenerator.

Streustrahlung – Entstehung; Wirkung auf den Kontrast; Minimierung der Streustrahlung, Am Ort der Entstehung, Abstandstechnik, Streustrahlenraster.

Röntgenbildwandler - Fotografische Registrierung, Röntgenfilm,

Verstärkerfolien, Film-Folien-Systeme; Digitale Röntgenbildwandler, Möglichkeiten, Speicherphosphorfolien,

Flachbilddetektoren; Elektronenoptischer Röntgenbildverstärker, Aufbau, Bildwandlungen, Übertragungsverhalten,

Arbeitsmöglichkeiten; Röntgenfernsehen, Bildzerlegung, Digitales Röntgenfernsehen; Digitale Subtraktionsangiografie;

Dosisbedarf u. Auflösungsvermögen v. Röntgenbildwandlern. Computertomografie - Historische Entwicklung; Gerätetechnik, Bildarstellung und -auswertung; Aktuelle technische Entwicklungen; Abbildungsgüte.

Gammastrahlung:

Nuklearmedizinische Technik - Begriffe; Nuklearmedizinische Methoden.

Radionuklide, Radiopharmaka - Möglichkeiten der Radionukliderzeugung; Radiopharmaka, Anforderungen.

Szintillationskamera – Kollimatoren; Aufbau; Detektion von Ort und Energie; Übertragungsverhalten.

Emmissions-Computertomographie – Prinzip; SPECT-Kamerasysteme..

PET – Prinzip; Positronenstrahler; Ortsdetektion; PET-Scanner.

## Medienformen

Tafel, Arbeitsblätter, Powerpoint-Präsentation

## Literatur

1. Angerstein, W., Aichinger, H.: Grundlagen der Strahlenphysik und radiologischen Technik in der Medizin. 5. Aufl. Berlin: Hoffmann 2005.
2. Buzug, T.M.: Computed tomography. From photon statistics to modern cone-beam CT : with 10 tables. Berlin: Springer 2008.
3. Dössel, O.: Bildgebende Verfahren in der Medizin. Von der Technik zur medizinischen Anwendung. Berlin: Springer 2000.
4. Kalender, W.A.: Computed tomography. Fundamentals, system technology, image quality, applications. 3rd rev. ed., Germany: Publicis Pub 2011.
5. Krieger, H.: Strahlungsquellen für Technik und Medizin. 1. Aufl. Wiesbaden: Teubner 2005.
6. Morneburg, H.: Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik. Röntgendiagnostik und Angiographie, Computertomographie, Nuklearmedizin, Magnetresonanztomographie, Sonographie, Integrierte Informationssysteme. 3. Aufl. Erlangen: Publicis MCD Verl 1995.

## Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT
- Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT
- Bachelor Biomedizinische Technik 2008
- Bachelor Informatik 2013
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010
- Bachelor Informatik 2010
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

## Biosignalverarbeitung 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1355 Prüfungsnummer: 2200015

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Husar

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2222

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen die wichtigsten Biosignale im Amplituden- und Frequenzverhalten. Sie sind in der Lage, die grundlegenden Algorithmen und Abläufe zur Beschreibung spezifischer Biosignale zu analysieren und zu verstehen. Dabei erwerben sie die Kompetenz, aus der Vielzahl der zur Verfügung stehenden Methoden die relevanten zur Lösung einer speziellen Analyseaufgabe auszuwählen und die Möglichkeiten und Beschränkungen dieser zu bewerten. Die Studierenden entwerfen eigene Lösungsansätze und Programme unter MatLab, um charakteristische Merkmale aus medizinischen Beispieldaten zu extrahieren und zu klassifizieren. Sie sind dabei in der Lage, im Team diese Lösungen zu diskutieren und zu beurteilen.

### Vorkenntnisse

- Signale und Systeme
- Mathematik
- Medizinische Grundlagen
- Elektro- und Neurophysiologie
- Elektrische Messtechnik
- Prozessmess- und Sensortechnik

### Inhalt

- Grundlagen der Statistik zur Analyse stochastischer Prozesse
- Stationarität, Ergodizität
- Leistungsdichtespektrum: Direkte und Indirekte Methoden
- Fensterung
- Periodogramm: Methoden nach Bartlett und Welch
- Schätzung von Korrelationsfunktionen: Erwartungstreue und Biasbehaftete
- Kreuzleistungsdichte und Kohärenz
- Spektrale Schätzung mit parametrischen Modellen, lineare Prädiktion
- Fourierreihe und -transformation, DFT, FFT
- Methoden der Zeit-Frequenzanalyse, Zeitvariante Verteilungen
- STFT und Spektrogramm
- Wavelets: Theorie und algorithmische sowie technische Umsetzung
- Wigner-Verteilung

### Medienformen

Folien mit Beamer für die Vorlesung, Tafel, Computersimulationen. Whiteboard und rechentechnisches Kabinett für das

## Literatur

1. Bronzino, J. D. (Ed.): The Biomedical Engineering Handbook, Vol. I + II, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton 2000
2. Husar, P.: Biosignalverarbeitung, Springer, 2010
3. Akay M.: Time Frequency and Wavelets in Biomedical Signal Processing. IEEE Press, 1998
4. Bendat J., Piersol A.: Measurement and Analysis of Random Data. John Wiley, 1986
5. Hofmann R.: Signalanalyse und -erkennung. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1998
6. Hutten H.: Biomedizinische Technik Bd.1 u. 3. Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, 1992
7. Proakis, J.G, Manolakis, D.G.: Digital Signal Processing, Pearson Prentice Hall, 2007

## Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT
- Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT
- Bachelor Biomedizinische Technik 2008
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

## Grundlagen des Strahlenschutzes

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5606 Prüfungsnummer: 2200236

Fachverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Leistungspunkte: 2 Workload (h): 60 Anteil Selbststudium (h): 38 SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	0	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Kerninhalte orientieren sich überwiegend am Zusammenhang zwischen Nutzen und Risiko von Strahlenanwendungen. Das Risiko schädigender Nebenwirkungen ionisierender Strahlen wird in seiner Qualität auf physikalischer und biologischer Ebene und in seiner Quantität auf messtechnischer Ebene vorgestellt. Aus den bekannten strahlen-biologischen Kenntnissen werden Ziele und Grundsätze zur Tolerierung des Strahlenrisikos abgeleitet. EU-Grundnormen bestimmen nationale, normative Rahmen zur Risikobegrenzung und -minimierung. Die Studierenden begreifen den Strahlenschutz als komplexes, multidisziplinäres Gebiet zum Erkennen und Bewerten von und zum Schutz vor Strahlenwirkungen beim Menschen, anderen Lebewesen, in der Umwelt und an Sachgütern. Die Studierenden sind in der Lage, Strahlenanwendungen im komplexen Zusammenhang von Aufwand, Nutzen und Risiko bei der Produktion materieller Güter bzw. in Dienstleistungsprozessen zu bewerten.

### Vorkenntnisse

Physik, Messtechnik, Strahlenbiologie/Medizinische Strahlenphysik

### Inhalt

Strahlenexposition des Menschen - Expositionswege und -quellen; Natürliche Exposition; Zivilisat. Erhöhung d. Exp. aus natürl. Quellen; Zivilisatorische Exposition, Überblick, Medizinische Exposition.  
 Strahlenwirkung, Strahlenrisiko - Biologische Strahlenwirkungen, Überblick; Zielstellungen des Strahlenschutzes; Risiko; Risiko stochastischer Strahlenwirkungen; Risikofaktoren; Begründung des Basisgrenzwertes.  
 Strahlenexposition des Menschen - Expositionswege und -quellen; Natürliche Exposition; Zivilisat. Erhöhung d. Exp. aus natürl. Quellen; Zivilisatorische Exposition, Überblick, Medizinische Exposition.  
 Strahlenwirkung, Strahlenrisiko - Biologische Strahlenwirkungen, Überblick; Zielstellungen des Strahlenschutzes; Risiko; Risiko stochastischer Strahlenwirkungen; Risikofaktoren; Begründung des Basisgrenzwertes.  
 Strahlenschutzmesstechnik – Messaufgaben; Aktivität, Nuklididentifikation; Strahlenschutzdosimetrie; Körperdosisgrößen, Energiedosis, Organenergiedosis, Organdosis, Effektive Dosis; Dosismessgrößen, Konzept, Äquivalentdosis, Ortsdosisgrößen, Personendosisgrößen; Dosimetrie bei äußerer Exposition, Arten, Möglichkeiten, Anforderungen, Dosimeterfilm, Gleitschattendosimeter; Dosimetrie bei innerer Exposition, Offene Strahlenquellen, Expositionswege, Problemstellung, Einflussgrößen, Inkorporierte und kumulierte Aktivität, Effektive Folgedosis, Berechnung. Grundsätze des Strahlenschutz - Ableitung aus den Zielstellungen; Rechtfertigung; Minimierung; Begrenzung. Grundlagen des Strahlenschutzrechtes – Geschichtliches; Rechtsgrundsatz; Normenpyramide; Internationale Grundlagen; Struktur und Organisation in Deutschland; Gesetze; Verordnungen, Geltungsbereiche, Verantwortung.  
 Verordnungen – Strahlenschutzverordnung; Röntgenverordnung. Strahlenschutztechnik - Aufgaben, Arten; Einflüsse auf Dosis und Dosisleistung; Strahlenfeld einer Röntgeneinrichtung, Anteile, Einflussgrößen, Strahlenschutztechnik bei äußerer Exposition; Prüfung, Bewertung der Schutzwirkung. Überwachung und Kontrolle – Überblick; Notwendigkeit, Umfang.

Stör- und Unfälle - Begriffe, Beispiele; Maßnahmen; Strahlenexposition bei Hilfeleistungen; Meldepflicht; Vorbereitung der Brandbekämpfung.

## Medienformen

Tafel, Mitschriften, Folien, Arbeitsblätter, Powerpoint-Präsentation

## Literatur

1. Krieger, H.: Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes. Vieweg+Teubner Verlag; 4. Aufl. 2012.
2. Vogt, HG.; Schultz, H., Vahlbruch, JW.: Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes. Carl Hanser Verlag GmbH & CO. KG; 6. Aufl. 2011.
3. Grupen, C.: Grundkurs Strahlenschutz. Praxiswissen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen. Springer Spektrum; 4. Aufl. 2014.
4. Fiebich, M., Westermann, K., Zink, C.: RöV & Co: Medizinischer Strahlenschutz - Vorschriften, Formeln, Glossar. Tüv Media; 2. Aufl. 2012.

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

Master Biomedizinische Technik 2014

Master Werkstoffwissenschaft 2013

## Informationsverarbeitung in der Medizin

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 60 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1379 Prüfungsnummer: 2200016

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Vesselin Detschew

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 68 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2222

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden haben ein Grundverständnis für den Aufbau und die Organisation des Gesundheitswesens
- Die Studierenden können mit Ärzten und medizinischem Hilfspersonal fachlich korrekt und terminologisch verständlich kommunizieren.
- Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse über Datenverarbeitungsaufgaben und EDV-Systeme im Krankenhaus.
- Die Studierenden kennen den Rechtsrahmen ärztlichen Handelns (Datenschutz) und die daraus abgeleiteten Aufgaben (Datensicherheit).

### Vorkenntnisse

Grundlegende medizinische Begriffe

### Inhalt

- Einsatz von Informationsverarbeitungssystemen (IV) im ärztlich/pflegerischen sowie im wirtschaftlichen Bereich, Struktur und Aufgaben der medizinischen IV;
- Krankenhausinformationssysteme – Architektur, Automatisierungsgrad, Aufgaben;
- medizinische Dokumentation – Ziele, Umsetzung, konventionelle und elektronische Patientenakte, klinische Basisdokumentation;
- Datenschutz und Datensicherheit, Sicherheitskonzept;
- elektronischer Datenaustausch – HL7, DICOM;
- Telemedizin und E-Health

### Medienformen

Tafel, Präsentation, Demonstration

### Literatur

Seelos, H.-J.: Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie. De-Gruyter 1997  
 Lehmann, T.: Handbuch der Medizinischen Informatik. Hanser 2005  
 Kramme, R. (Hrsg.): Medizintechnik - Verfahren, Systeme, Informationsverarbeitung. Springer 2002  
 Haux, R.: Management von Informationssystemen: Analyse, Bewertung, Auswahl. Teubner 1998  
 Haas, P.: Medizinische Informationssysteme und elektronische Krankenakte. Springer 2005  
 Jähn, K. e-Health. Springer 2004

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsinformatik 2013

Master Wirtschaftsinformatik 2009

Master Wirtschaftsinformatik 2014  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT  
Bachelor Biomedizinische Technik 2008  
Bachelor Mathematik 2013  
Bachelor Informatik 2010  
Master Wirtschaftsinformatik 2011  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Bachelor Mathematik 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008  
Bachelor Informatik 2013  
Master Wirtschaftsinformatik 2015  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

## Klinische Verfahren 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 60 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1696 Prüfungsnummer: 2200007

Fachverantwortlich: Dr. Lutz Mirow

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 68 SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	0	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

1. Die Studierenden verstehen die Grundprinzipien ärztlichen Handelns. 2. Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse über ausgewählte Krankheitsbilder (Klinik, Pathologie – Prävention, Diagnostik, Therapie). 3. Die Studierenden überblicken die Möglichkeiten ausgewählter diagnostischer und therapeutischer Verfahren und verstehen die Zuordnung zu Indikationsstellungen. 4. Die Studierenden kennen Bedeutung, Möglichkeiten und Grenzen der Epidemiologie. 5. Die Studierenden besitzen einen Überblick über Berufsfelder und Zuständigkeiten in der Medizin sowie die relevanten Rechtsnormen. 6. Die Studierenden können medizin-ethische Diskussionen fachlich fundiert verstehen und führen.

### Vorkenntnisse

1. Abiturwissen Biologie und Chemie
2. Medizinisches Grundlagenwissen in Tiefe und Umfang wie im Fach Anatomie und Physiologie 1 vermittelt

### Inhalt

Grundlagen der medizinischen Diagnostik (klinische Untersuchungsverfahren der ärztlichen Routinediagnostik, einfache apparative Untersuchungstechniken, spezielle Therapieverfahren).

Krankheitsbilder:

- Herzkreislauferkrankungen mit Schwerpunkt auf Herzinfarkt, coronare Durchblutungsstörung, Herzklappenerkrankung, angeborene Herzfehler
- Moderne interventionelle und operative Therapieverfahren bei Herz-Kreislaufkrankungen
- Herz-Lungen-Maschine, Hypothermie, PTCA, Herzklappenersatz mit unterschiedlichen Prothesen, Herzunterstützungsverfahren, transplantationsmedizinische Grundbegriffe.

Verfahren:

- Röntgendiagnostische Verfahren
- Kardiopulmonale Funktionsdiagnostik
- Ultraschalldiagnostik
- Endoskopie
- Elektrotherapie
- Minimalinvasive Chirurgie
- Herzschrittmachertherapie einschl. CRT
- Elektrochirurgie
- Lasertherapie und -diagnostik

### Medienformen

Tafel, Präsentation, Demonstrationsobjekte, Demonstration von Fallbeispielen

## Literatur

Speziell zusammengestellter „Reader“

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009  
Master Ingenieurinformatik 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT  
Bachelor Biomedizinische Technik 2008  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013  
Bachelor Mathematik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Bachelor Biomedizinische Technik 2013  
Bachelor Mathematik 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008  
Bachelor Biomedizinische Technik 2014  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung BT  
Master Ingenieurinformatik 2014

**ACHTUNG: Fach wird nicht mehr angeboten!**

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Modul: Biomedizinische Technik

## Krankenhausökonomie

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 60 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 630 Prüfungsnummer: 2200035

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Rüdiger Blau

Leistungspunkte: 2 Workload (h): 60 Anteil Selbststudium (h): 38 SWS: 2.0  
Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2222

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	0	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden sind fähig
  - die Struktur des deutschen Gesundheitssystems und deren Finanzierungen zu verstehen und zu bewerten
  - die Kostenträger und Leistungserbringer zu analysieren und in ihren Unterschieden zu bewerten.
- Sie können diese insbesondere auf den akutstationären Sektor (Krankenhausfinanzierung) anwenden.
- Die Studierenden analysieren Entgeltsysteme und bewerten deren Anreizfunktionen.
- Die Studierenden verstehen das fallpauschalierte Entgeltsystem (G-DRG) und sind in der Lage die Erlösermittlung durchzuführen.
- Nachdem die Studierende die Veranstaltung besucht haben können sie:
  - Die sektorale Struktur des deutschen Gesundheitssystems verstehen.
  - Die Finanzierungsströme analysieren.
  - Die Finanzierung der Krankenhäuser auf Basis der Entgeltsysteme verstehen und Entgelte berechnen.

### Vorkenntnisse

Grundlegende medizinische Begriffe, allgemeine betriebswirtschaftliche Kenntnisse

### Inhalt

Die Vorlesung vermittelt allgemeine wirtschaftliche und grundlegende ökonomische Kenntnisse sowie spezielle betriebswirtschaftliche Lehrinhalte aus dem Gesundheitswesen.

- Die einzelnen "Gesundheits"-Leistungen im Sozialsystem
- Strukturen und Sektoren des Gesundheitswesens
- Erläuterung der Finanzierung der verschiedenen Bereiche des Gesundheitswesens
- Vermittlung des Zwiespales "Gesundheit" als ein wirtschaftliches Produkt zu betrachten
- Finanzierung der Krankenhäuser über Fallpauschalen
- Controlling in Klinikkonzernen

### Medienformen

Tafel, Präsentation, Film, Vorlesungsgliederung, Übungsaufgaben

### Literatur

DRG-Vergütung in deutschen Krankenhäusern: Auswirkungen auf Verweildauer und Behandlungsqualität von Sina Hilgers (16. August 2011)

Kosten- und Leistungsrechnung in Krankenhäusern; Systematische Einführung von Joachim Hentze und Erich Kehres (Dezember 2007)

Gesundheitsökonomie. Lehrbuch für Mediziner und andere Gesundheitsberufe von Karl W. Lauterbach, Stephanie Stock und Helmut Brunner (Hrsg.) (6. August 2009)

## Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Bachelor Mathematik 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Bachelor Biomedizinische Technik 2008

Bachelor Mathematik 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

## Technische Sicherheit und Qualitätssicherung in der Medizin

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 60 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1404 Prüfungsnummer: 2200011

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Leistungspunkte: 2 Workload (h): 60 Anteil Selbststudium (h): 38 SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	0	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Ziel der Veranstaltung ist es Technische Sicherheit und Qualitätssicherung in der Biomedizinischen Technik zu vermitteln. Die Studierenden kennen und verstehen Gefahrenquellen und Risiken im Krankenhaus und bei medizintechnischen Produkten. Die Studierenden können Gefahrenquellen und Risiken im Krankenhaus und bei medizintechnischen Produkten analysieren und bewerten, sowie angemessene Maßnahmen zur Korrektur einleiten. Die Studierenden kennen und verstehen die wesentlichen physiologischen Grundlagen der Stromeinwirkung auf den menschlichen Organismus. Die Studierenden können grundlegende Effekte der Stromeinwirkung auf den Organismus analysieren und bewerten. Die Studierenden kennen und verstehen die relevanten Normen und rechtlichen Regelungen für technische Sicherheit bei medizintechnischen Produkten und können diese in der Praxis anwenden. Die Studierenden können medizintechnische Geräte bezüglich wesentlicher sicherheitsrelevanter Aspekte analysieren und bewerten. Die Studierenden sind in der Lage, basierend auf den geltenden Vorschriften, Prüfverfahren für medizintechnische Geräte zu entwerfen. Die Studierenden sind in der Lage sicherheitsrelevante Prüfungsergebnisse medizintechnischer Geräte zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden sind in der Lage sicherheitsrelevante Sachverhalte in der Biomedizinischen Technik klar und korrekt zu kommunizieren.

### Vorkenntnisse

Mathematik 1-3, Physik 1-2, Anatomie und Physiologie 1, Elektro- und Neurophysiologie, Allgemeine Elektrotechnik 1-3, Grundlagen der Biomedizinischen Technik

### Inhalt

Einführung: Gefahrenquellen und Risiken im Krankenhaus, Patientensicherheit und technische Sicherheit Physiologie und Pathologie der Stromeinwirkung: Begriffe, Definitionen, Körperimpedanz und Stromverteilung, Reaktionen des Organismus auf äußere elektrische Energieeinwirkung, Stromschwellenwerte, Gefährdungsfaktoren und Grenzwerte, Elektrische Stromeinwirkung am Herzen Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme: Begriffe, Definitionen, Schutzklassen elektrischer Geräte, Typen und Eigenschaften von Wechselstromnetzen, Maßnahmen zum Schutz gegen direktes und indirektes Berühren Starkstromanlagen in medizinischen Einrichtungen: Begriffe, Definitionen, Schutz gegen gefährliche Körperströme Elektrische Sicherheit von elektromedizinischen Geräten: Begriffe, Definitionen, Klassifikation der Geräte, Ableitströme, Ersatzableitströme, Geräteprüfungen unter Einsatzbedingungen, Elektromagnetische Verträglichkeit Rechtliche Regelungen für den Verkehr mit Medizinprodukten: Normen und Zuständigkeiten, Medizinproduktegesetz (MPG), Medizinprodukte-Betreiberverordnung Qualitätssicherung: Begriffe, Grundlagen Qualitätssicherung in Gesundheitseinrichtungen, Standard operating procedures, Zertifizierungs- und Akkreditierungsverfahren

### Medienformen

Tafel, Mitschriften, Folien, computerbasierte Präsentationen, Demonstration, Übungsaufgaben

## Literatur

• Hutten, H. (Hrsg.), Biomedizinische Technik Bd. 1, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 1992 • Meyer-Waarden, K.: Bioelektrische Signale und ihre Ableitverfahren, Schattauer-Verlag Stuttgart/New York 1985 • Webster, J.G. (Ed.): Medical Instrumentation - Application and Design, Houghton Mifflin Co. Boston/Toronto, 1992 • Bronzino, J. D. (Ed.): The Biomedical Engineering Handbook, Vol. I + II, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton 2000 • Webster, J.G. and A.M. Cook: Clinical Engineering - Principles and Practices, Prentice Hall/Englewood Cliffs, Boston 1979 • Reilly, J.P. Electrical Stimulation and Electropathology, Cambridge University Press, 1992 • Schmidt, R. F., Thews, G., Lang, F. (Hrsg.): Physiologie des Menschen, 28. Aufl., Springer-Verlag Berlin/ Heidelberg/ New York, 2000

## Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Bachelor Biomedizinische Technik 2008

Bachelor Informatik 2013

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

Bachelor Informatik 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

## Verfahren der Biomedizinischen Messtechnik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5603 Prüfungsnummer: 2200105

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Ziel der Veranstaltung ist es Verfahren der Medizinischen Messtechnik zu vermitteln. Die Studierenden kennen und verstehen die Messprinzipien in der Medizinischen Praxis, die damit verbundenen spezifischen Problemfelder und die Anforderungen an medizinische Messgeräte. Die Studierenden können Messaufgaben im klinischen Umfeld analysieren, bewerten und geeignete Lösungsansätze entwickeln. Die Studierenden sind in der Lage medizinische Messgeräte zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden verstehen die Messtechnik für bioelektrische und biomagnetische Signale, können diese in der Klinik anwenden und bewerten. Die Studierenden besitzen methodische Kompetenz bei der Entwicklung von Messtechnik für bioelektrische und biomagnetische Signale. Die Studierenden sind in der Lage messtechnische Sachverhalte in der Medizin klar und korrekt zu kommunizieren. Die Studierenden sind in der Lage Systemkompetenz für medizinische Messtechnik in interdisziplinären Teams zu vertreten.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Biomedizinischen Technik, Grundlagen der Medizinischen Messtechnik

### Inhalt

Elektrophysiologische Messverfahren (Elektrokardiografie, Elektroenzephalografie); Blutdruckmessung (methodische Grundlagen, Blutdruck-Parameter, direkte / indirekte Messverfahren); Blutflussmessung (methodische Grundlagen, Messverfahren); Respiratorische Messverfahren (physiolog./ messmethodische Grundlagen, Messgrößen, Messverfahren); optische Messverfahren (methodische Grundlagen, Photoplethysomografie, Spektralfotometrie, Pulsoximetrie)

### Medienformen

Tafel, Mitschriften, Folien, computerbasierte Präsentationen, Demonstration, Übungsaufgaben

### Literatur

• Hutten, H. (Hrsg.), Biomedizinische Technik Bd. 1, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 1992 • Meyer-Waarden, K.: Bioelektrische Signale und ihre Ableitverfahren, Schattauer-Verlag Stuttgart/New York 1985 • Webster, J.G. (Ed.): Medical Instrumentation - Application and Design, Houghton Mifflin Co. Boston/Toronto, 1992 • Bronzino, J. D. (Ed.): The Biomedical Engineering Handbook, Vol. I + II, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton 2000 • Malmivuo, J.: Bioelectromagnetism, Oxford University Press, 1995 • Kramme, R. (Hrsg.): Medizintechnik, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2002

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Master Ingenieurinformatik 2014

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

Master Biomedizinische Technik 2014

## Bildverarbeitung in der Medizin 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5592 Prüfungsnummer: 2200084

Fachverantwortlich: Martin Weis

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Der Studierende erkennt die speziellen Probleme der medizinischen Bildverarbeitung und erwirbt die grundlegende Methodenkompetenz, um eigenständig elementare medizinische Bildverarbeitungsprobleme zu lösen. Dabei nutzt der Studierende auch die bereits erworbenen Grundlagen, die zuvor in anderen Fächern zur Signalverarbeitung und zur Bildgebung vermittelt wurden. Der Studierende ist in der Lage die erworbene Methodenkompetenz in Matlab umzusetzen und auf praktische Problemstellungen anwenden zu können. Des Weiteren ist er befähigt auf Basis der erworbenen Grundlagen auch fortgeschrittene Methoden der medizinischen Bildverarbeitung zu untersuchen.

### Vorkenntnisse

- Signale und Systeme
- Grundlagen der Biosignalverarbeitung
- Biosignalverarbeitung 1
- Bildgebung in der Medizin 1

### Inhalt

Im Rahmen der Vorlesung werden die Grundlagen der Bildverarbeitung mit einem speziellen Fokus auf die in der Medizintechnik relevanten Bereiche vermittelt. Die Schwerpunkte werden dabei insbesondere auf die Bildrepräsentation und Bildeigenschaften, die Bildvorverarbeitung, sowie die Segmentierungsverfahren gelegt. Im Rahmen des Seminars werden die behandelten Methoden zur Lösung praktischer Aufgabenstellungen mit Hilfe von Matlab eingesetzt und diskutiert.

Gliederung:

- Einführung in die Bildverarbeitung und Vorstellung spezieller Probleme in medizinischen Anwendungen
- Bildrepräsentation und Bildeigenschaften im Ortsbereich und im Ortsfrequenzbereich (zweidimensionale Fouriertransformation)
- Bildvorverarbeitung (lineare diskrete Operatoren, Bildrestauration, Bildregistrierung, Bildverbesserung)
- Morphologische Operationen
- Segmentierung (Pixelbasierte Segmentierung, Regionenbasierte Segmentierung, Kantenbasierte Segmentierung, Wasserscheidentransformation, Modellbasierte Segmentierung)
- Merkmalsextraktion und Einführung in die Klassifikation

### Medienformen

Hauptsächlich Tafel ergänzt um Folien mit Beamer für die Vorlesung; Whiteboard und rechen technisches Kabinett für das Seminar

## Literatur

1. Klaus D. Tönnies, „*Grundlagen der Bildverarbeitung*“, Pearson Studium, 1. Auflage, 2005.
2. Heinz Handels, „*Medizinische Bildverarbeitung*“, Vieweg + Teubner, 2. Auflage, 2009.
3. Bernd Jähne, „*Digitale Bildverarbeitung*“, Springer, 6. Auflage, 2005.
4. Angelika Erhardt, „*Einführung in die Digitale Bildverarbeitung*“, Vieweg + Teubner, 1. Auflage, 2008.
5. Rafael C. Gonzales and Richard E. Woods, „*Digital Image Processing*“, Pearson International, 3. Edition, 2008.
6. Geoff Dougherty, „*Digital Image Processing for Medical Applications*“, Cambridge University Press, 1. Edition, 2009.
7. William K. Pratt, „*Digital Image Processing*“, Wiley, 4. Edition, 2007.
8. Wilhelm Burger and Mark J. Burge, „*Principles of Digital Image Processing – Core Algorithms*“, Springer, 1. Edition, 2009.
9. John L. Semmlow, „*Biosignal and Medical Image Processing*“, CRC Press, 2. Edition, 2009.

## Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Ingenieurinformatik 2014
- Master Biomedizinische Technik 2009
- Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2013 Vertiefung AM
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT
- Bachelor Informatik 2013
- Master Biomedizinische Technik 2014
- Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2008
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

## Biomedizinische Technik in der Therapie

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich 60 min Art der Notengebung: Testat / Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 1691 Prüfungsnummer: 2200042

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Leistungspunkte: 2 Workload (h): 60 Anteil Selbststudium (h): 38 SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	0	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Ziel der Veranstaltung ist es Grundlagen und Anwendungen der Biomedizinische Technik in der Therapie zu vermitteln. Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Wirkprinzipien ausgewählter Biomedizinischer Therapietechnik, die damit verbundenen spezifischen Problemfelder und die Anforderungen an medizinische Therapiegeräte. Die Studierenden sind in der Lage ausgewählte medizinische Therapiegeräte zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden kennen und verstehen Grundlagen zu Art und Einsatz von Biomaterialien und sind in der Lage künstliche Organe zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden kennen und verstehen Grundlagen der Organtransplantation und von Sterilisationsverfahren. Die Studierenden kennen und verstehen Beatmungs- und Narkosetechniken. Die Studierenden sind in der Lage die entsprechende Gerätetechnik zu analysieren, zu bewerten und beim Designprozess mitzuwirken. Die Studierenden kennen und verstehen Dialysetechniken, Herzschrittmacher, Tiefenhirnstimulation, Minimal-invasive Chirurgietechniken und Laser in der Medizin. Sie sind in der Lage die entsprechende Gerätetechnik zu analysieren, zu bewerten und beim Syntheseprozess mitzuwirken. Die Studierenden besitzen methodische Kompetenz bei der Entwicklung von Biomedizinischer Therapietechnik. Die Studierenden sind in der Lage therapiegerätetechnische Sachverhalte in der Medizin klar und korrekt zu kommunizieren. Die Studierenden sind in der Lage Systemkompetenz für Biomedizinische Technik in der Therapie in interdisziplinären Teams zu vertreten.

### Vorkenntnisse

Mathematik 1-3, Physik 1-2, Anatomie und Physiologie 1, Elektro- und Neurophysiologie, Allgemeine Elektrotechnik 1-3, Theoretische Elektrotechnik, Grundlagen der Biomedizinischen Technik

### Inhalt

Einführung: Klassifizierung und Strukturierung Biomedizinischer Technik in der Therapie, Anforderungen an medizinische Therapiegeräte, spezifische Problemfelder bei Therapiegeräten Biomaterialien und Biokompatibilität: Arten und Einsatz der Biomaterialien, Biokompatibilität, künstliche Organe und Organtransplantation, Sterilisation, Beatmungs- und Narkosetechnik: medizinische und physiologische Grundlagen, methodische und technische Lösungen, Dialyse/ künstliche Niere: medizinische und physiologische Grundlagen, Hämodialyse, extrakorporaler Kreislauf, Technik der Hämodialyse, Ultrafiltration, Dialyse-Monitoring, Herzschrittmacher: medizinische und physiologische Grundlagen, Stimulation, Elektroden, Gerätespezifikation, Einsatz Tiefenhirnstimulation: medizinische und physiologische Grundlagen, Stimulationstechniken, Therapiegeräte Minimal-invasive Chirurgie: Entwicklung der Endoskopie, Anforderungen an minimal-invasive Gerätestystem, Techniken und Instrumente Laser in der Medizin: Anwendungsspektrum der Laser in der Medizin, Prinzipien medizinischer Laser, Ophthalmologische Laser, Ophthalmologische Technik: Technik der Cataract-Operation und Intraokularlinsenimplantation, Glaskörperchirurgie, ophthalmologische Implantate

### Medienformen

Tafel, Mitschriften, Folien, computerbasierte Präsentationen, Demonstration, Übungsaufgaben

## Literatur

Hutten, H. (Hrsg.), Biomedizinische Technik Bd. 1, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 1992 Bronzino, J. D. (Ed.): The Biomedical Engineering Hand-book, Vol. I + II, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton 2000

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Ingenieurinformatik 2014  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT  
Bachelor Biomedizinische Technik 2008  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung BT  
Bachelor Informatik 2010  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Bachelor Biomedizinische Technik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT  
Bachelor Biomedizinische Technik 2014  
Bachelor Informatik 2013

## Hauptseminar BMT

Fachabschluss: Prüfungsleistung alternativ Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 1685 Prüfungsnummer: 2200237

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Leistungspunkte: 2 Workload (h): 60 Anteil Selbststudium (h): 38 SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2222

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS					
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							0	2	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Fachkompetenz: Die Studierenden verstehen ein spezielles Forschungsthema auf dem Gebiet der Biomedizinischen Technik. Sie sind in der Lage: 1. Den Stand der Technik zu einer vorgegebenen Fragestellung zu erfassen, einzuordnen und zu bewerten. 2. Ein vorgegebenes Experiment zu planen, durchzuführen und auszuwerten. 3. Zu einer vorgegebenen Fragestellung einen praktischen Aufbau oder Algorithmus zu planen, zu realisieren und zu testen. Methodenkompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, wissenschaftlich-technische Literatur zu recherchieren und auszuwerten. Systemkompetenz: Die Studierenden werden befähigt, Abhängigkeiten einer speziellen Problemstellung zu verschiedenen Anwendungsgebieten herzustellen. Sozialkompetenz: Die Studierenden werden befähigt, wissenschaftliche Themen schriftlich und mündlich zu präsentieren.

### Vorkenntnisse

Pflichtmodul 2: BMT

### Inhalt

Das Hauptseminar besteht in der selbstständigen Bearbeitung eines Forschungsthemas, welches als solches nicht direkt Bestandteil der bisherigen Ausbildung war. Das Ziel besteht darin, zum Thema den State of the art zu erfassen, einzuordnen und zu bewerten. Der Student hat folgende Aufgaben zu erfüllen: Einarbeitung und Verständnis des Themenbereichs auf der Basis bisherigen Ausbildung, der vorgegebenen und weiterer für die umfassende Behandlung und das Verständnis notwendiger, selbst zu findender Literaturquellen. Einordnung des Themenbereichs in das wissenschaftliche Spektrum ingenieurtechnischer Fragestellungen auf der Basis der bis dahin in der Ausbildung vermittelten Erkenntnisse; Schriftliche und mündliche Präsentation der Ergebnisse

### Medienformen

Workshops mit Präsentation (Tafel, Handouts, Laptop)

### Literatur

Themenspezifische Vorgabe

### Detailangaben zum Abschluss

Prüfungsform:

#### 1. Schriftlicher Teil

-15 - 20 Seiten (incl. Literaturverzeichnis)

-deutsche oder englische Sprache

-Elektronisch und Papierform

## 2.Mündlicher Teil

–Vortrag (30 min)

–Diskussion (ca. 10 min)

Abschluss:

benotete Studienleistung

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Ingenieurinformatik 2014

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Bachelor Biomedizinische Technik 2008

Bachelor Biomedizinische Technik 2014

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung BT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung BT

Master Biomedizinische Technik 2014

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Bachelor Biomedizinische Technik 2013

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

## KIS, Telemedizin, eHealth

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5601 Prüfungsnummer: 2200106

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Vesselin Detschew

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2222

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	0	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse über Datenverarbeitungsaufgaben und Informationssysteme im Krankenhaus und in der modernen Gesundheitsversorgung. Sie kennen den Rechtsrahmen ärztlichen Handelns (Datenschutz) und die daraus abgeleiteten Aufgaben (Datensicherheit). Die Studierenden kennen Struktur und Architektur heutiger Krankenhausinformationssysteme und telemedizinischer Anwendungen, die damit verbundenen spezifischen Problemfelder und die Anforderungen an Hard- und Software. Die Studierenden können adäquate Aufgaben aus dem klinischen Umfeld analysieren, bewerten und geeignete Lösungsansätze entwickeln. Sie können diese informationstechnischen Sachverhalte klar und korrekt kommunizieren und in interdisziplinären Teams vertreten.

### Vorkenntnisse

Grundlegende med. Begriffe, Grundkenntnisse in Datenbanken und Software Engineering, Krankenhausökonomie / Krankenhausmanagement

### Inhalt

- Krankenhausinformationssystem - Definition, Bestandteile, Struktur und Architektur
- Krankenhausinformationssystem – Management-Komponenten, Patientenverwaltung, Abrechnung
- Klinische Subsysteme, Operationsmanagement, Labor, Pflege, Intensivmedizin, , Qualitätssicherung
- Kommunikationsstandards – HL7, DICOM, andere
- Medizinische Dokumentation – Ziele, Umsetzung, konventionelle und elektronische Patientenakte, klinische Basisdokumentation
- Datenschutz und Datensicherheit
- Telemedizin - Definition, Anwendungen; Telemedizinische Standards, Home-Monitoring
- Elektronische Gesundheitskarte – Telematik-Infrastruktur, Architektur, Anwendungen

### Medienformen

Powerpoint-Folien, Tafel, studentische Vorträge

### Literatur

- Lehmann, T.: Handbuch der Medizinischen Informatik. Hanser 2005
- Kramme, R. (Hrsg.): Medizintechnik – Verfahren. Systeme, Informationsverarbeitung. Springer 2002
- Haas, P.: Medizinische Informationssysteme und elektronische Krankenakte. Springer 2005
- Jähn, K.: e-Health. Springer 2004
- Herbig, B.: Informations- und Kommunikationstechnologien im Krankenhaus. Schattauer 2006
- Leimer u.a.: Medizinische Dokumentation. Schattauer, 2012

## Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsinformatik 2013  
Master Ingenieurinformatik 2014  
Master Wirtschaftsinformatik 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsinformatik 2014  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung BT  
Master Biomedizinische Technik 2014  
Master Wirtschaftsinformatik 2011  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Master Biomedizinische Technik 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT  
Master Wirtschaftsinformatik 2015  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung BT

**ACHTUNG: Fach wird nicht mehr angeboten!**

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Modul: Biomedizinische Technik

## Krankenhausmanagement

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 60 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 1714	Prüfungsnummer: 2200036
------------------	-------------------------

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Rüdiger Blau

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 38	SWS: 2.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2222

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							1	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden sind in der Lage, theoretische und methodische Grundlagen im Bereich des Krankenhauswesens zu verstehen, um eigenständig Probleme auf dem Gebiet des Krankenhauswesens zu analysieren und im entsprechenden Zusammenhang Lösungsvorschläge zu erarbeiten und fremde zu bewerten.
- Die Studierenden besitzen ein Grundverständnis für den Aufbau und die Organisation des Gesundheitswesens.
- Die Studierenden sind fähig, die einzelnen Verflechtungen im Gesundheitswesen zu verstehen und können daraus resultierende Voraussetzungen – wie beispielsweise die Einflussfaktoren auf Strukturen, Prozesse und Ergebnisse der Gesundheitseinrichtungen- für das Krankenhausmanagement bewerten.
- Die Studierenden haben die Möglichkeit, als Mittler in verschiedenen Organisationsstrukturen zu agieren und können sich den technischen Anwendungen des Managements stellen. • Der Gesundheitssektor bietet den Studierenden die Möglichkeit, in industriellen Bereichen oder in Dienstleistungsbereichen, wie Krankenversicherungen, Krankenhäusern oder Beratungsstellen tätig zu werden.

### Vorkenntnisse

Grundlegende medizinische Begriffe auf Abiturniveau, allgemeine betriebswirtschaftliche Kenntnisse; Vorlesung Krankenhausökonomie

### Inhalt

- Erläuterung der Veränderung des Krankenhausleistungsstils vom schlichten Verwalten zum echten Management.
- Beschreibung der Komplexität der Managementaufgaben im Krankenhaus
- Gesetzliche Beeinflussung des Unternehmens „Krankenhaus“
- Die einzelnen „Gesundheits“- Leistungen im Sozialsystem
- Komponenten des Gesundheitswesens
- Personalmanagement (Führung, Arbeitszeitrecht im Krankenhaus)
- Krankenhaus und Wettbewerb- der Patient als Kunde
- Krankenhausinformationssysteme (Auswahl und Komponenten von KIS)

### Medienformen

Tafel, Präsentation, Film, Vorlesungsgliederung

### Literatur

MONOGRAFIEN:

- Krankenhausmanagement, Eichhorn/ Seelos/ Graf Schulenberg, Olsen und Fischer 2000
- Das moderne Krankenhaus- Managen statt verwalten, Jürgen Meier, Luchterhand 1994 • Betriebswirtschaft und

- Management im Krankenhaus, Manfred Haubrock/ Walter Schär Huber/ Bern 2002 • Strategische Krankenhausführung, Andrea Braun von Reinersdorff/ Huber, Bern 2002
- Management von Gesundheits- und Sozialeinrichtungen. Handlungsfelder, Methoden, Lösungen, Hans- Joachim Schubert, Luchterhand Verlag 2002
  - Zukunft des Sozialstaates, Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales NRW (Hrsg.) Kohlhammer 1998
  - Haftungsrecht und Haftpflicht im Krankenhaus, Norbert Netzer, Bettendorf 1996
  - Ideenhandbuch für erfolgreiches Krankenhausmarketing, Klaus- Dieter Thill, Baumann Fachzeitschriften Verlag 1996
- ZEITSCHRIFTEN: • f&w - führen und wirtschaften im Krankenhaus • das Krankenhaus
- Krankenhausumschau
  - Management & Krankenhaus
  - G+G Gesundheit und Gesellschaft • Krankenhaus & Recht • Medizin Produkte & Recht

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT
- Bachelor Biomedizinische Technik 2008

## Labor Biomedizinische Technik

Fachabschluss: Studienleistung alternativ

Art der Notengebung: Testat / Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 1694

Prüfungsnummer: 2200008

Fachverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 38	SWS: 2.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2221

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							0	0	2												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Praktikumsinhalte orientieren sich an den Kerninhalten der Fächer. Die Studierenden vertiefen die methodischen Kenntnisse durch experimentelle Verfahren und Ergebnisse. Sie erwerben praktische Fähigkeiten und Fertigkeiten auf spezifisch technischer Wechselwirkungsebene und gleichzeitig Erfahrungen über Aufwand, Nutzen und Risiko Biomedizinischer Technik und Medizinischer Informatik als technisches Hilfsmittel im medizinischen Versorgungs- und Betreuungsprozess. Sie können Messergebnisse unter Nutzung entsprechender Programme auswerten, interpretieren und präsentieren.

### Vorkenntnisse

Den Praktikumsversuchen zugrundeliegende Module mit entsprechenden Fächern.

### Inhalt

Für BMT-BSc:

Zum Modul Biomedizinische Mess-und Therapietechnik:

- Beatmungstechnik
- Dialystechnik
- Erfassung bioelektrischer Signale

Zum Modul Medizinische Physik:

- Röntgendiagnostikeinrichtung
- Strahlungsdetektoren

Zum Modul Grundlagen der Biosignalverarbeitung:

- Basisalgorithmen der Biosignalverarbeitung

Zum Modul Einführung in die BMT

- Elektrische Sicherheit

Für WIW – MSc (vor 2015):

- Bildverarbeitung in der Medizin 1
- Beatmungstechnik
- Funktionsdiagnostik
- Elektrische Sicherheit

### Medienformen

Arbeitsunterlagen, die versuchsspezifisch Grundlagen, Versuchsplatzbeschreibungen, Versuchsaufgaben und Hinweise zur Versuchsdurchführung enthalten.

## Literatur

Versuchsspezifisch aus den Arbeitsunterlagen des Einzelversuchs.

## Detailangaben zum Abschluss

Prüfungsform: Praktikum

Abschluss: benotete Studienleistung

Gestufte Noten als arithmetisches Mittel aus den Noten der Einzelversuche.

## verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Ingenieurinformatik 2008

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Bachelor Biomedizinische Technik 2008

Bachelor Biomedizinische Technik 2014

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung BT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Bachelor Biomedizinische Technik 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008

Bachelor Ingenieurinformatik 2013

---

## Modul: Automatisierungstechnik

Modulnummer9017

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Christoph Ament

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Die Studierenden sind in der Lage weiterführende Methoden aus ausgewählten Bereichen der Regelungstechnik, Automatisierungstechnik und Systemtechnik anzuwenden. Sie können Modelle für dynamische Prozesse entwickeln, diese analysieren, simulieren sowie optimieren. Sie besitzen fortgeschrittene Fähigkeiten zum Entwurf und zur Bewertung komplexer Automatisierungs- und Regelungssysteme.

### Vorraussetzungen für die Teilnahme

keine

### Detailangaben zum Abschluss

## Prozessmess- und Sensortechnik 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 1467 Prüfungsnummer: 2300076

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Thomas Fröhlich

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
 Fakultät für Maschinenbau Fachgebiet: 2372

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können sich in der metrologischen Begriffswelt bewegen und kennen die mit der Metrologie verbundenen Wechselwirkungen in Wirtschaft und Gesellschaft. Im Gebiet der Mess- und Automatisierungstechnik überblicken die Studierenden die Messverfahren der Längenmesstechnik, Spannungs- und Dehnungsmesstechnik und Kraftmess- und Wägetechnik hinsichtlich ihrer Funktion, Eigenschaften, mathematischen Beschreibung für statisches und dynamisches Verhalten, Anwendungsbereich und Kosten. Die Studierenden können in bestehenden Messanordnungen die eingesetzten Prinzipien erkennen und bewerten. Die Studierenden sind fähig, Aufgaben der elektrischen Messung nichtelektrischer Größen zu analysieren, geeignete Messverfahren zur Lösung der Messaufgaben auszuwählen, Quellen von Messabweichungen zu erkennen und den Weg der Ermittlung der Messunsicherheit mathematisch zu formulieren und bis zum vollständigen Messergebnis zu gehen. Mit der Lehrveranstaltung erwerben die Studierenden zu etwa 60% Fachkompetenz. Die verbleibenden 40% verteilen sich mit variierenden Anteilen auf Methoden- und Systemkompetenz. Sozialkompetenz erwächst aus praktischen Beispielen in den Lehrveranstaltungen und der gemeinsamen Problemlösung im Seminar.

### Vorkenntnisse

Abgeschlossenes ingenieurwissenschaftliches Grundstudium

### Inhalt

Grundlagen der Messtechnik:

Prozessmesstechnik, Sensortechnik, Wandlungs- und Strukturschema, Messwandlung; Metrologie und metrologische Begriffe, PTB, DKD/DaKkS, Normale, Kalibrieren, Eichen; Einheiten, SI-System; Messen, Messabweichungen (Fehler), ISO-Guide, Messunsicherheit, Messergebnis; Ausgleichsrechnung.

Temperaturmesstechnik:

Kelvindefinition, Thermodynamische Temperaturskale, Gasthermometer, ITS 90, Tripelpunkte, Erstarrungspunkte, Interpolationsinstrumente; Berührungsthermometer, Flüssigkeitsthermometer; Thermoelemente, Widerstandsthermometer, Messschaltungen; Strahlungsthermometer, Strahlungsgesetze; Spektralpyrometer, Gesamtstrahlungs-pyrometer.

Spannungs- und Dehnungsmesstechnik:

Bedeutung der Spannungs- und Dehnungsmesstechnik, Überblick der Messverfahren; Dehnungsmessstreifen, K-Faktor, messtechnische Eigenschaften; Brückenschaltungen für DMS, Vorzeichenregel, Temperatur- und Kriechkompensation; Anwendung von DMS, geometrische Integration, Kraft-Momenten-Sensoren.

Kraftmesstechnik:

Prinzip der Kraftmessung; Verformungskörper, DMS-Kraftsensoren; Elektromagnetische Kraftkompensation, Parallelenkerkrafteinleitungssystem; Magnetoelastische Kraftsensoren, Piezoelektrische Kraftsensoren, Gyroskopische Kraftmesszelle, Schwingsaitenkraftsensor, Interferenzoptische Kraftsensoren, Faseroptische Kraftsensoren; Dynamisches Verhalten von Kraftsensoren, Ersatzmodell, Bewegungsdifferentialgleichung, Frequenzgänge, dynamische Wägelinie.

## Wägetechnik:

Einheit der Masse; Bauelemente einer Waage, Empfindlichkeit, Auftriebskorrektur; Balkenwaage, Laufgewichtswaage, Neigungswaage, Tafelwaage, Brückenwaage, Einfluss von Hebelübersetzungen auf das dynamische Verhalten. Praktikum Prozessmesstechnik mit einer Auswahl von 3 aus 6 Versuchen PMS.

## Medienformen

Nutzung der Möglichkeiten von Beamer/Laptop mit Präsentationssoftware. Für die Studierenden werden Lehrmaterialien bereitgestellt. Sie bestehen u.a. aus kapitelweise nummerierten Arbeitsblättern mit Erläuterungen und Definitionen sowie Skizzen der Messprinzipien und -geräte, deren Inhalt mit der Präsentation identisch ist. Eventuelle Ergänzungen enthält ein operativer universitätsinterner Downloadbereich mit variablem Inhalt.

## Literatur

Die Praktikumsanleitungen sind über die Homepage des Instituts für Prozessmess- und Sensortechnik uniintern (IP-Bereich) erreichbar:

<http://www.tu-ilmenau.de/pms/studium/lehrveranstaltungen/praktika/>

Sie enthalten jeweils eine Literaturzusammenstellung. Die angegebenen Bücher sind im Semesterapparat Prozessmesstechnik zu finden. Ein Großteil ist Bestandteil der Lehrbuchsammlung.

Zugriff auf den elektronischen Semesterapparat erfolgt über ftp-Server. Der entsprechende aktuelle Link ist auf <http://www.tu-ilmenau.de/pms/studium/> unter "Praktikumsbelehrung" ersichtlich.

## Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Bachelor Informatik 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

**ACHTUNG: Fach wird nicht mehr angeboten!**

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Modul: Automatisierungstechnik

## Regelungs- und Systemtechnik 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 1472 Prüfungsnummer: 2200020

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Johann Reger

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2213

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Basierend auf der im Fach Regelungs- und Systemtechnik eingeführten Zustandsraummethodik können die Studenten die Zustandsgleichung eines Systems im Zeit- und Laplacebereich lösen. Die Studierenden lernen die wichtigsten Eigenschaften linearer Systeme im Zustandsraum, wie Stabilität, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit, kennen und beurteilen. Die Studierenden können Systeme in den gebräuchlichen Normalformen (Steuerungs- und Beobachtungsnormalformen) beschreiben, was Voraussetzung für den Entwurf von Zustandsreglern und Beobachtern ist. Die Studierenden sind in der Lage Zustandsregler auf verschiedenen Wegen sowohl für Eingrößen- als auch für Mehrgrößensysteme zu entwerfen. Weiterhin können die Studenten erweiterte Strukturen, wie z.B. die Zustandsregelung mit Vorfilter zur Sicherung der Stationarität, bemessen.

### Vorkenntnisse

Abgeschlossene Fächer Mathematik 1-3, Physik 1-2, Regelungs- und Systemtechnik und des Moduls Informatik

### Inhalt

- 1 Allgemeine Lösung der Zustandsgleichung
  - 1.1. Lösung der skalaren Gleichung
  - 1.2. Lösung der Vektor-Differentialgleichung
  - 1.3. Berechnung der Transitionsmatrix
    - 1.3.1. Direkte Auswertung
    - 1.3.2. Berechnung der Transitionsmatrix über den Satz von Cayley-Hamilton
    - 1.3.3. Berechnung der Transitionsmatrix durch Ähnlichkeitstransformation
  - 1.4. Auswertung der Lösung der Zustandsgleichung
    - 1.4.1. Impulsantwort und Sprungantwort (siehe auch RT1)
    - 1.4.2. Lösung der Zustandsgleichung im Laplacebereich
  - 1.5. Linearisierung um die Ruhelage
- 2 Strukturelle Eigenschaften linearer Systeme im Zustandsraum
  - 2.1. Stabilitätsverhalten eines linearen zeitinvarianten Systems
  - 2.2. Anmerkungen zu Eigenwert-Lage und Zeitverhalten
  - 2.3. Steuerbarkeit
    - 2.3.1. Steuerbarkeitskriterium Kalman
    - 2.3.2. Steuerbarkeitskriterium nach Gilbert und Hantus
  - 2.4. Beobachtbarkeit
    - 2.4.1. Beobachtbarkeitskriterium nach Kalman
    - 2.4.2. Beobachtbarkeitskriterium nach Gilbert/Hantus
  - 2.5. Normalformen

- 2.5.1. Jordansche Normalform
- 2.5.2. Beobachtungsnormalform 1.Art (BNF)
- 2.5.3. Beobachtungsnormalform 2.Art
- 2.5.4. Steuerungsnormalform 1. Art (SNF)
- 2.5.5. Steuerungsnormalform 2. Art (SNF 2. Art)
- 3 Struktur von Zustandsgleichungen
  - 3.1. Vorfilterberechnung auf Stationarität
  - 3.2. Vorsteuerung mit Führungsgrößenaufschaltung
- 4 Zustandsreglersynthese
  - 4.1. Polvorgabe (Eigenwert-Vorgabe)
  - 4.2. Polvorgabe bei Transformation auf SNF 2.Art
  - 4.3. Modale Regelung
  - 4.4. Reglerentwurf durch Minimieren eines quadratischen Gütemaßes (Riccati Regler)
    - 4.4.1. Die Ljapunov-Gleichung
    - 4.4.2. Berechnung des Riccati-Reglers
    - 4.4.3. Iterativ numerische Lösung der Riccati-Gleichung
    - 4.4.4. Direkte Methode zur Lösung der Riccati-Gleichung
    - 4.4.5. Vergleich zwischen Polvorgabe und Riccati-Entwurf
  - 4.5. Entwurf von Regelungen für MIMO durch Entkopplung
    - 4.5.1. Motivation
    - 4.5.2. Differenzordnung
    - 4.5.3. Direkte Systembeschreibung
    - 4.5.4. Entkopplung
  - 4.6 Vollständige modale Synthese nach Roppenecker
    - 4.6.1 Allgemeine Zustandsreglerformel

## Medienformen

Skript in Verbindung mit Folien, Tafelschrieb

## Literatur

- Föllinger, O.: Regelungstechnik. Hüthig; Auflage: 5. Auflage 1985
- Lunze, J.: Regelungstechnik 2. Springer, Berlin 2004
- Unbehauen, H.: Regelungstechnik II, Vieweg Verlag 2000

## Detailangaben zum Abschluss

schriftliche Prüfungsleistung, 120 Minuten

Zusätzlich zur Prüfungsleistung muss das Praktikum inkl. Testat erfolgreich absolviert werden.

## verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT
- Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT
- Bachelor Informatik 2010

**ACHTUNG: Fach wird nicht mehr angeboten!**

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Modul: Automatisierungstechnik

## Digitale Regelungen

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1424 Prüfungsnummer: 2200023

Fachverantwortlich: Dr. Kai Wulff

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2213

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls:

- Kennen die Studierenden die Beschreibung von Abtastsystemen und deren Anwendung auf digitale Regelungen.
- Kennen und verstehen die Studierenden die Beschreibung linearer zeitdiskreter Systeme im Zustandsraum sowie deren Ein-Ausgangsverhalten als z-Übertragungsfunktion.
  - Können die Studierenden zeitdiskrete Zustandsraummodelle auf ihre grundlegenden strukturellen Eigenschaften untersuchen.
  - Kennen die Studierenden die gängigen Verfahren zum Entwurf zeitdiskreter Regelungen und sind in der Lage diese anzuwenden.
  - Sind die Studierenden in der Lage typische Softwarewerkzeuge zur Analyse und zum Entwurf von digitalen Regelkreisen zu verwenden.
  - Können die Studierenden zeitdiskrete Regler auf gängigen Plattformen implementieren.

### Vorkenntnisse

Abgeschlossenes gemeinsames ingenieurwissenschaftliches Grundstudium (GIG). Regelungs- und Systemtechnik 1

### Inhalt

- Charakterisierung des Abtastregelkreises (Abtastung, Zustandsraumbeschreibung, Lösung von Systemen von Differenzgleichungen, Eigenbewegungen, Stabilität, Abbildung der Eigenwerte durch Abtastung)
- Zustandsraumbeschreibung zeitdiskreter Systeme (Erreichbarkeit, Zustandsrückführung, Formel von Ackermann, Dead-beat Regler, Beobachtbarkeit, Zustandsbeobachter, Separationsprinzip, PI-Regler mit Zustandsrückführung, Störgrößenaufschaltung mit Zustandsbeobachter)
  - Ein- Ausgangsbeschreibung von zeitdiskreten Systemen (z-Transformation, Übertragungsfunktion zeitdiskreter Systeme, kanonische Realisierungen zeitdiskreter Übertragungsfunktionen)
  - Reglerentwurf für Abtastsysteme im Frequenzbereich (Übertragungsfunktion eines Abtastsystems, diskreter Frequenzgang, Tustin-Transformation, Frequenzkennlinienverfahren für Abtastsysteme, Wahl der Abtastzeit, Approximation zeitkontinuierlicher Regler)
  - Regelkreisarchitekturen (Störgrößenaufschaltung, Kaskadenregelung, Internal Model Control, Anti Wind-up Schaltung)

### Medienformen

Entwicklung an der Tafel, Folienpräsentationen, Simulationen, Beiblätter, Übungsblätter und Simulationsbeispiele unter:

## Literatur

- Franklin, Powell, Workman, "Digital Control of Dynamic Systems, Addison Wesley, 1997
- Gausch, Hofer, Schlacher, "Digitale Regelkreise", Oldenbourg Verlag, 1993
- Goodwin, Graebe, Salgado, "Control System Design", Prentice Hall, 2001
- Horn, Dourdouma, "Regelungstechnik", Pearson, 2004
- Lunze, "Regelungstechnik 2", Springer, 2001
- Rugh, "Linear System Theory", Prentice Hall, 1996

## Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Bachelor Ingenieurinformatik 2008

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

## Kommunikations- und Bussysteme

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 60 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 100768 Prüfungsnummer: 2200096

Fachverantwortlich: Dr. Fred Roß

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2211

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Der Hörer erhält eine Übersicht über Methoden und Technologien der Netzwerktechnik. Es werden Fähigkeiten und Fertigkeiten zum Einsatz von Feldbussystemen erarbeitet. Die Vorlesung soll darüber hinaus die methodische und begriffliche Basis legen, um sich spezielle Lösungsansätze aus Textbüchern oder Veröffentlichungen eigenständig aneignen zu können.

### Vorkenntnisse

Technische Informatik 1 und 2; Regelungstechnik, Systemanalyse

### Inhalt

Kommunikationsstrukturen (offene und geschlossene Systeme, Einsatzgebiete), Netzwerktopologien (Stern-, Bus-, Baum-, Ringstrukturen), ISO/OSI-Referenzmodell, Bezugsgriffsverfahren (determiniert, nach Bedarf), Datenübertragung (Übertragungsarten, Codierungsarten, Fehlerarten, Methoden der Übertragungssicherheit), Verbindungsmedien (Zweidrahtleitung, Koaxialleitung, Lichtwellenleiter, Koppelstationen), Spezielle Bussysteme (PROFIBUS, Interbus, LON, CAN)

### Medienformen

Die Konzepte werden während der Vorlesung an der Tafel entwickelt. Zur Veranschaulichung werden Overhead-Projektionen eingefügt. Ein Script im PDF-Format wird angeboten.

### Literatur

- R. Bure, Feldbussysteme im Vergleich, Pflaum 1996
- K. W. Bonfig, Feldbus-Systeme, expend-Verlag 1992
- D. Piscitello, L. Chapin, Open systems-networking, Addison-Wesley 1994
- A. Baginski, Interbus, Hüthig 1998 K. Bender, M. Katz, Profibus, Hanser 1992

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Ingenieurinformatik 2014
- Master Maschinenbau 2014

Master Mechatronik 2014  
Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2014  
Master Ingenieurinformatik 2009  
Master Maschinenbau 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung AT  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung AST  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung AT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT  
Master Maschinenbau 2011  
Master Mechatronik 2008

## Matlab für Ingenieure

 Fachabschluss: Studienleistung schriftlich 90 min      Art der Notengebung: Testat / Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Pflichtfach      Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5550      Prüfungsnummer: 2200240

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Pu Li

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 56	SWS: 3.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2212

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können die Grundzüge des Simulationssystems MATLAB/Simulink und dessen Kopplungsmöglichkeiten zu anderen Simulationssystemen/-sprachen beschreiben. Sie wenden numerische Integrationsverfahren zur Lösung von Differenzialgleichungssystemen an. Sie sind in der Lage, Simulationsaufgabenstellungen mit der grafischen Benutzeroberfläche von Simulink zu implementieren und zu lösen. Typische Simulationsaufgaben im regelungstechnischen Umfeld (Nutzung unterschiedlicher Modellbeschreibungen, Stabilitätsprüfung, Analyse und Synthesaufgaben) werden durch die Studierenden analysiert und entwickelt. Ebenso werden lineare und nichtlineare Optimierungsaufgabenstellungen charakterisiert, beurteilt und entworfen, um mit Optimierungsverfahren gelöst zu werden. In einem benoteten Beleg weist jeder Studierende seine Fähigkeit nach, mit dem vorgestellten Simulationswerkzeug MATLAB/Simulink eine gestellte Aufgabe zu lösen und auszuwerten.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Mathematik, der Physik, der Elektrotechnik sowie Regelungs- und Systemtechnik 1 + 2, Simulation

### Inhalt

Einführung in MATLAB/Simulink; Kopplung zu anderen Simulationssystemen/-sprachen; Numerische Integration von Differenzialgleichungssystemen, Beispiele; Simulation dynamischer Systeme mittels SIMULINK, Beispiele; Regelungstechnik: Ein-/ Ausgangsmodelle, Zustandsraummodelle, kontinuierliche und zeitdiskrete Modelle, Modelltransformationen, Stabilitätsprüfung, regelungstechnische Analyse- und Synthesverfahren im Zeit-, Frequenz- und Bildbereich, zugehörige Tools, Beispiele; Formulierung und Lösung von Optimierungsaufgaben, Beispiele

### Medienformen

Präsentation, Vorlesungsskript, Tafelanschrieb, Übungen im PC-Pool, Beleg am PC

### Literatur

- Biran, A., Breiner, M.: MATLAB 5 für Ingenieure, Addison-Wesley, 2000.
- Bossel, H.: Simulation dynamischer Systeme, Vieweg, 1987.
- Bossel, H.: Modellbildung und Simulation, Vieweg, 1992.
- Dorf, R.C., Bishop, R.H.: Moderne Regelungssysteme. Pearson Studium. 2006
- Hoffmann, J.: MATLAB und SIMULINK, Addison-Wesley, 1998.
- Franklin, G.F., Powell, J.D., Emami-Naeini, A.: Feedback control of dynamic systems. Pearson Education. 2006
- Hoffmann, J., Brunner, U.: MATLAB und Tools: Für die Simulation dynamischer Systeme, Addison-Wesley, 2002.
- Lunze, J.: Regelungstechnik 1. Springer. 1999
- Lunze, J.: Regelungstechnik 2. Springer. 1997

Papageorgiou, M.: Optimierung. Oldenbourg. 1991

Scherf, H.E.: Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme, Oldenbourg, 2003.

Schwetlick, H., Kretzschmar, H.: Numerische Verfahren für Naturwissenschaftler und Ingenieure, Fachbuchverlag Leipzig, 1991.

## Detailangaben zum Abschluss

Schriftlicher, benoteter Beleg

## verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Ingenieurinformatik 2008

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Bachelor Ingenieurinformatik 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung AT

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung AST

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung AT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

**ACHTUNG: Fach wird nicht mehr angeboten!**

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Modul: Automatisierungstechnik

## Nichtlineare Regelungstechnik

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
Sprache: Deutsch, auf Nachfrage      Pflichtkennz.: Pflichtfach      Turnus: ganzzjährig  
Englisch

Fachnummer: 5536      Prüfungsnummer: 2200094

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Johann Reger

Leistungspunkte: 4      Workload (h): 120      Anteil Selbststudium (h): 86      SWS: 3.0  
Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 2213

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

· Kenntnis von charakteristischen Eigenschaften von nichtlinearen dynamischen Systemen · Fähigkeit zur Untersuchung der Stabilitätseigenschaften nichtlinearer Systeme · Vermittlung elementarer Methoden für den Reglerentwurf · Grundkenntnis von weiterführenden Regelungskonzepten

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Regelungs- und Systemtechnik

### Inhalt

· Nichtlineare dynamische Systeme als Anfangswertproblem; Existenz und Eindeutigkeit · Stabilitätsbegriff nach Lyapunov · Stabilitätsuntersuchung in der Phasenebene · Direkte und indirekte Methode nach Lyapunov · Lyapunov-Theorie: Backstepping, Passivität, Universalregler nach Sontag · Steuerbarkeits- und Beobachtbarkeitskonzepte · Exakte Linearisierung und Flachheit; Nulldynamik · Vorsteuerung und Entwurf von Folgeregelungen

### Medienformen

Tafel, Beiblätter, PC-Simulationen, Rechenübungen

### Literatur

· Hassan Khalil, Nonlinear Systems, Prentice Hall, 1996 · Miroslav Krsti, Ioannis Kanellakopoulos, Petar Kokotovi, Nonlinear and Adaptive Control Design, Wiley, 1995 · Jean-Jacques Slotine, Weiping Li, Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991 · Eduardo Sontag, Mathematical Control Theory, Springer, 1998 · Mark Spong, Seth Hutchinson, Mathukumalli Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 2005 · Mathukumalli Vidyasagar, Nonlinear Systems Analysis, SIAM, 2002

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

**ACHTUNG: Fach wird nicht mehr angeboten!**

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Modul: Automatisierungstechnik

## Prozessleittechnik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1393	Prüfungsnummer: 2200027
------------------	-------------------------

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Steven Lambeck

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 3.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2215

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können die einzelnen Automatisierungsaufgaben hierarchisch gliedern und den verschiedenen Ebenen des Produktionsprozesses zuordnen. Die Studierenden sind in der Lage, Automatisierungsaufgaben für komplizierte Prozesse entsprechend der hierarchischen Struktur (Prozesssicherung, -überwachung, -stabilisierung, -optimierung) zu entwerfen. Die Studierenden können gebräuchliche Notationen (z.B. Rohrleitungs- und Instrumentierungsschema) für Anlagen interpretieren. Die Studierenden lernen den gesamten Engineeringprozess einer Automatisierungsanlage kennen. Die Studierenden entwerfen Ablaufsteuerungen, welche an den praxisrelevanten Standard der NAMUR Empfehlung 33 angelehnt sind.

### Vorkenntnisse

Abgeschlossene Grundlagenausbildung in Elektrotechnik und Informatik (wünschenswert auch Regelungs- und Systemtechnik aber nicht Bedingung)

### Inhalt

Gliederung zur Vorlesung „Prozessleittechnik“ 1. Einführung und Grundlagen • Kernfelder der Prozessleittechnik • Begriffe • Automatisierungsziele und –Funktionen 2. Engineering und Systementwicklung • Lasten- und Pflichtenheft • Vorgehensmodelle • Strukturierte Analyse • Objektorientierter Entwurf 3. Aufgaben- und lösungsbezogene Notationen der Prozessleittechnik • textuell- grafische Beschreibungssprachen nach DIN 19227 • RI-Fließbilder technischer Prozesse • Notationsbeispiele 4. Strategien zum Entwurf von Prozessleitstrukturen • Geräteorientierte Entwicklung • Anlagenorientierte Entwicklung • Funktionsorientierte Entwicklung • Informationsorientierte Entwicklung • Objektorientierte Entwicklung 5. Strukturentwurf für Basisautomatisierung • Grundstrukturen typischer Regelkreise • Algorithmus zur Strukturauswahl • Verwendung unterschiedlicher Gütekriterien 6. Strukturentwurf für hierarchische PLT-Aufgaben • Grundstruktur für hierarchische Aufgabengliederung • Entwurfsbeispiel 7. Entwurf von Ablaufsteuerungen • Rezeptfahrweise nach NAMUR 33 8. Entwicklungstendenzen der PLT • Technische Kommunikation • Busstrukturen • Mensch-Maschine-Kommunikation

### Medienformen

Skript in Verbindung mit Folien, Tafelschrieb

### Literatur

Polke, M.: Prozessleittechnik. Oldenbourg 2001 Schuler, H.: Prozessführung. Oldenbourg Industrieverlag 1999 Früh, K.W.: Handbuch der Prozessautomatisierung. Oldenbourg Industrieverlag 2004

### Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

## Simulation

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1400 Prüfungsnummer: 2200028

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Pu Li

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2212

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können Grundbegriffe der Modellierung und Simulation und die historische Einordnung der analogen Simulation im Vergleich zum Schwerpunkt der Veranstaltung, der digitalen Simulation zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Systeme, darlegen. Sie sind in der Lage, Simulationsaufgabenstellungen zu bewerten und eine systematische Herangehensweise an die Problemlösung anzuwenden. Die Studierenden testen und beurteilen sowohl die blockorientierte, die zustandsorientierte als auch die objektorientierte Simulation einschließlich der Spezifika, wie z.B. numerische Integrationsverfahren, physikalische Modellierung. Durch vorgestellte Simulationssprachen, -systeme und -software (MATLAB/Simulink, Modelica, OpenModelica) können die Studierenden typische Simulationsaufgaben im regelungstechnischen Umfeld und darüber hinaus bewerten und entwickeln. In einem Hausbeleg weist jeder Studierende seine Fähigkeit nach, eine Simulationsaufgabe zu lösen und auszuwerten.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Mathematik, der Physik, der Modellbildung sowie der Regelungs- und Systemtechnik

### Inhalt

Einführung: Einsatzgebiete, Abgrenzung, Rechenmittel, Arbeitsdefinition, Systematik bei der Bearbeitung von Simulations- und Entwurfsaufgaben; Systembegriff (zeitkontinuierlich (ODE- und DAE-Systeme), zeitdiskret, qualitativ, ereignis-diskret, chaotisch) mit Aufgabenstellungen; Analoge Simulation: Wesentliche Baugruppen und Programmierung von Analogrechnern, Vorzüge und Nachteile analoger Berechnung, heutige Bedeutung; Digitale Simulation: blockorientierte Simulation, Integrationsverfahren, Einsatzempfehlungen, algebraische Schleifen, Schrittweitensteuerung, steife Differenzialgleichungen, Abbruchkriterien; zustandsorientierte Simulation linearer Steuerungssysteme; physikalische objektorientierte Modellierung und Simulation; Simulationssprachen und -systeme: MATLAB (Grundaufbau, Sprache, Matrizen und lineare Algebra, Polynome, Interpolation, gewöhnliche Differenzialgleichungen, schwach besetzte Matrizen, M-File-Programmierung, Visualisierung, Simulink, Toolboxen, Beispiele); Einführung in die objektorientierte Modellierungssprache Modelica und das Simulationssystem OpenModelica (Merkmale, Modellierungsumgebung, Bibliotheken, Beispiele, Optimierung)

### Medienformen

Präsentation, Vorlesungsskript, Tafelanschrieb, Übungen im PC-Pool, Hausbeleg am PC

### Literatur

Biran, A., Breiner, M.: MATLAB 5 für Ingenieure, Addison-Wesley, 1999.  
 Bossel, H.: Simulation dynamischer Systeme, Vieweg, 1987.  
 Bossel, H.: Modellbildung und Simulation, Vieweg, 1992.

- Bub, W., Lugner, P.: Systematik der Modellbildung, Teil 1: Konzeptionelle Modellbildung, Teil 2: Verifikation und Validation, VDI-Berichte 925, Modellbildung für Regelung und Simulation, VDI-Verlag, S. 1-18, S. 19-43, 1992.
- Cellier, F. E.: Continuous System Modeling, Springer, 1991.
- Cellier, F. E.: Integrated Continuous-System Modeling and Simulation Environments, In: Linkens, D.A. (Ed.): CAD for Control Systems, Marcel Dekker, New York, 1993, pp. 1-29.
- Fritzson, P.: Principles of object-oriented modeling and simulation with Modelica 2.1, IEEE Press, 2004.
- Fritzson, P.: Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems with Modelica. Wiley-IEEE Press. 2011
- Gomez, C.: Engineering and scientific computing with Scilab, Birkhäuser, 1999.
- Hoffmann, J.: MATLAB und SIMULINK, Addison-Wesley, 1998.
- Hoffmann, J., Brunner, U.: MATLAB und Tools: Für die Simulation dynamischer Systeme, Addison-Wesley, 2002.
- Kocak, H.: Differential and difference equations through computer experiments, (... PHASER ...), Springer, 1989.
- Otter, M.: Objektorientierte Modellierung Physikalischer Systeme, Teil 1, at - Automatisierungstechnik, (47(1999)1, S. A1-A4 (und weitere 15 Teile von OTTER, M. als Haupt- bzw. Co-Autor und anderer Autoren in Nachfolgeheften).
- Scherf, H.E.: Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme, Oldenbourg, 2003.

## Detailangaben zum Abschluss

Mündliche Prüfung, 30 min. (für Bachelor-Studiengänge bis Prüfungsordnungsversion 2012) bzw.  
 Max. 40 Punkte für schriftlichen Beleg im Fach Simulation als Bestandteil des Moduls "Modellbildung und Simulation"

## verwendet in folgenden Studiengängen

- Bachelor Ingenieurinformatik 2008
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT
- Master Electrical Power and Control Engineering 2013
- Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013
- Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010
- Bachelor Informatik 2010
- Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung AT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT
- Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008
- Master Electrical Power and Control Engineering 2008
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

**ACHTUNG: Fach wird nicht mehr angeboten!**

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Modul: Automatisierungstechnik

## Wissensbasierte Systeme 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5553	Prüfungsnummer: 2200241
------------------	-------------------------

Fachverantwortlich: Dr. Fred Roß

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 45	SWS: 4.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2211

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	1															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Der Hörer erhält eine Übersicht über Konzepte und Methoden des Entwurfs wissensbasierter Systeme. Er soll in die Lage versetzt werden, solche Systeme eigenständig designen zu können. Die Vorlesung soll darüber hinaus die methodische und begriffliche Basis legen, um sich spezielle Lösungsansätze aus Textbüchern oder Veröffentlichungen aneignen zu können.

### Vorkenntnisse

Prozessanalyse/Modellbildung, Wahrscheinlichkeitsrechnung/Statistik, Fuzzy Control (von Vorteil)

### Inhalt

Grundlagen wissensbasierterter Systeme (Wissensarten, Wissensdarstellung/-repräsentation, Architekturen, Design), Methoden der Entscheidungstheorie (Entscheidungssituationen, Darstellung der Entscheidungssituationen, Entscheidungsregeln bei Ungewissheit, Entscheidungsregeln bei Risiko), Automatische Klassifikation (Grundlagen, Bayes-Klassifikator, Abstandsklassifikatoren, Trennfunktionsklassifikatoren, Punkt-zu-Punkt-Klassifikator), Expertensysteme (Darstellung deklarativen Wissens, Suchstrategien, Besonderheiten großer Fuzzy-Systeme)

### Medienformen

Die Konzepte werden während der Vorlesung an der Tafel entwickelt. Zur Veranschaulichung werden Overhead-Projektionen eingefügt. Ein Script im PDF-Format wird angeboten.

### Literatur

- H. Laux: Entscheidungstheorie, Springer Verlag 2005
- H. Wiese: Entscheidungs- und Spieltheorie, Springer Verlag 2002
- F. Puppe: Einführung in Expertensysteme, Springer Verlag 1991
- H. H. Bock: Automatische Klassifikation, Vandenhoeck & Ruprecht 1971

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT
- Bachelor Ingenieurinformatik 2008
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

**ACHTUNG: Fach wird nicht mehr angeboten!**

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Modul: Automatisierungstechnik

## Automatisierungstechnik 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5541 Prüfungsnummer: 2200138

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Matthias Althoff

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2215

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Aufbauend auf den Kenntnissen von diskreten Systemen in der Automatisierungstechnik 1, werden theoretische Grundlagen zu stochastischen diskreten Systemen und hybriden (gemischt diskret / kontinuierlichen) Systemen vermittelt. Stochastische diskrete Systeme werden insbesondere zur Optimierung, Diagnose und Zustandsbeobachtung von Automatisierungssystemen behandelt. Die hybriden Systeme verknüpfen die Erkenntnisse aus der Regelungs- und Systemtechnik mit denen aus der Automatisierungstechnik 1, indem diskretes und kontinuierliches Verhalten ganzheitlich betrachtet wird.

### Vorkenntnisse

Automatisierungstechnik 1

### Inhalt

- Wiederholung endlicher Automaten
- Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit endlicher Automaten
- Gezeitete endliche Automaten
- Verifikation gezeiteter endlicher Automaten
- Stochastische gezeitete Automaten
- Markov Ketten
- Warteschlangentheorie
- Hybride Automaten
- Simulation hybrider Systeme
- Stabilität hybrider Systeme
- Verifikation hybrider Systeme

### Medienformen

Folien zur Vorlesung, Tafelanschrieb

### Literatur

- C. G. Cassandras and S. Lafortune: Introduction to Discrete Event Systems. Springer, 2008.
- A. van der Schaft and H. Schumacher: An Introduction to Hybrid Dynamical Systems. Springer, 2008.

### Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Master Ingenieurinformatik 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

**ACHTUNG: Fach wird nicht mehr angeboten!**

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Modul: Automatisierungstechnik

## Fuzzy- and Neuro Control

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5912	Prüfungsnummer: 2200095
------------------	-------------------------

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Christoph Ament

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2211

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Aneignung von Kenntnissen und praktischen Fertigkeiten beim Entwurf von Fuzzy- und Neuro-Systemen zur Anwendung auf den Gebieten der Modellbildung, des Entwurfs regelungstechnischer Systeme und der Lösung von Klassifikationsaufgaben in wissensbasierten Entscheidungshilfesystemen. Kennenlernen von Basismechanismen und Anwendungsgebieten von Evolutionären Algorithmen.

### Vorkenntnisse

Abschluss der Grundausbildung in Mathematik, Regelungstechnik, Systemanalyse

### Inhalt

Grundlagen der Fuzzy-Theorie, Module des Fuzzy-Systems, Kennlinien und Kennflächen von Fuzzy-Systemen, Fuzzy-Modellbildungsstrategien, Fuzzy-Klassifikation und -Klassensteuerung, optimaler Entwurf von Fuzzy-Steuerungen und Regelungen, adaptive/lernende Fuzzy-Konzepte, Beispiele aus Technik, verwendete Tools: Fuzzy-Control Design Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox für MATLAB.

Theoretische Grundlagen Künstlicher Neuronaler Netze. Lernstrategien (Hebbsches Lernen, Delta-Regel Lernen, Competitives Lernen). Vorstellung grundlegender Netzwerktypen wie Perzeptron, Adaline, Madaline, Back-Propagation Netze, Kohonen-Netze. Modellbildung mit Hilfe Neuronaler Netze für statische (Polynommodell) und dynamische (Differenzgleichungsmodell, Volterra-Reihen-Modell) nichtlineare Systeme einschließlich entsprechender Anwendungshinweise (Fehlermöglichkeiten, Datenvorverarbeitung, Gestaltung des Lernprozesses). Strukturen zur Steuerung/Regelung mit Hilfe Neuronaler Netze (Kopieren eines konventionellen Reglers, Inverses Systemmodell, Internal Model Control, Model Predictive Control, direktes Training eines neuronalen Reglers, Reinforcement Learning). Methoden zur Neuro-Klassifikation (Backpropagation, Learning Vector Quantization). Anwendungsbeispiele und Vorstellung von Entwicklungstools für Künstliche Neuronale Netze, verwendete Tools: Neural Network Toolbox für MATLAB, HALCON, NeuralWorks Professional.

### Medienformen

Bei der Vorlesung werden über Beamer die wichtigsten Skizzen, Gleichungen und Strukturen dargestellt. Einfache Beispiele, das Herleiten von Gleichungen und die Erstellung von Strukturen werden anhand von Tafelbildern entwickelt. Zusätzlich wird der Lehrstoff mit Beispielen unter Verwendung der in MATLAB vorhandenen Toolboxen anhand untermauert. Die Vorlesungsfolien und das Skript können als PDF-Dokument heruntergeladen werden. Es findet zusätzlich zur Vorlesung alle zwei Wochen ein rechnergestütztes Seminar statt, in welchem die Studenten unter Verwendung von MATLAB/Simulink Aufgaben im Bereich der Modellbildung, Regelung und Klassifikation mit Fuzzy und Neuro Methoden lösen.

### Literatur

- Adamy J.: Fuzzy Logik, Neuronale Netze und Evolutionäre Algorithmen Shaker Verlag, Aachen 2005.
- Koch M., Kuhn Th., Wernstedt J.: Fuzzy Control – Optimale Nachbildung und Entwurf optimaler Entscheidungen, Oldenbourg, München, 1996.
- Kiendl H.: Fuzzy Control methodenorientiert, Oldenbourg, München 1997.
- D. Patterson: Künstliche Neuronale Netze, München,...: Prentice Hall, 1996. R. Brause: Neuronale Netze, Stuttgart: Teubner, 1995. K. Warwick, G.W.Irwin, K.J. Hunt: Neural networks for control and systems, London: Peter Pelegrinus Ltd., 1992.
- Schöneburg E., Heinzmann F., Fedderson S.: Genetische Algorithmen und Evolutionsstrategien, Addison-Wesley, 1994.
- Rechenberg I.: Evolutionsstrategie '94, frommann-holzboog, 1994

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

Master Ingenieurinformatik 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT





Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Bachelor Informatik 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

**ACHTUNG: Fach wird nicht mehr angeboten!**

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Modul: Automatisierungstechnik

## Prozessoptimierung 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min      Art der Notegebung: Gestufte Noten  
Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Pflichtfach      Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5538      Prüfungsnummer: 2200093

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Pu Li

Leistungspunkte: 4      Workload (h): 120      Anteil Selbststudium (h): 86      SWS: 3.0  
Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 2212

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können

- die Grundlagen, Problemstellungen und Methoden der dynamischen Prozessoptimierung klassifizieren,
- Methoden und Werkzeuge anwenden,
- unterschiedliche Problemstellungen und mathematische Herleitungen analysieren und generieren
- optimale Steuerungen berechnen sowie
- Anwendungsfälle für industrielle Prozesse analysieren, entwickeln und bewerten.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Mathematik, Physik, Elektrotechnik, Regelungs- und Systemtechnik, Prozessoptimierung 1

### Inhalt

Indirekte Verfahren

- Variationsverfahren, Optimalitätsbedingungen
- Das Maximum-Prinzip
- Dynamische Programmierung
- Riccati-Optimal-Regler

Direkte Verfahren

- Methoden zur Diskretisierung, Orthogonale Kollokation
- Lösung mit nichtlinearen Programmierungsverfahren
- Simultane und Sequentielle Verfahren

Anwendungsbeispiele

- Prozesse in der Luft- und Raumfahrtindustrie
- Prozesse in der Chemieindustrie
- Prozesse in der Wasserbewirtschaftung

### Medienformen

Präsentation, Vorlesungsskript, Tafelanschrieb

### Literatur

- J. Lunze: Regelungstechnik 2. Springer. 1997
- R. Unbehauen: Regelungstechnik 2. Vieweg. 1993
- O. Föllinger: Regelungstechnik. Hüthig. 1992

D. G. Luenberger: Introduction to Dynamic Systems. Wiley. 1979  
M. Papageorgiou: Optimierung. Oldenbourg. 1996  
R. F. Stengel. Optimal Control and Estimation. Dover Publications. 1994  
J. Macki. Introduction to Optimal Control Theory. Springer. 1998  
D. G. Hull. Optimal Control Theory for Applications. Springer. 2003

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT



## **Glossar und Abkürzungsverzeichnis:**

LP	Leistungspunkte
SWS	Semesterwochenstunden
FS	Fachsemester
V S P	Angabe verteilt auf Vorlesungen, Seminare, Praktika
N.N.	Nomen nominandum, Nomen nescio, Platzhalter für eine noch unbekannte Person (wikipedia)
Objekttypen lt. Inhaltsverzeichnis	K=Kompetenzfeld; M=Modul; P,L,U= Fach (Prüfung,Lehrveranstaltung,Unit)