

# Modulhandbuch Master

---

## Wirtschaftsingenieurwesen : Vertiefungsrichtung Automatisierung

---

Prüfungsordnungsversion: 2013

gültig für das **Studiensemester**: Sommersemester 2014

**Erstellt am:** Donnerstag 08. Mai 2014  
aus der POS Datenbank der TU Ilmenau

**Herausgeber:** Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau

**URN:** urn:nbn:de:gbv:ilm1-mhba-8239

– Archivversion –

# Modulhandbuch

---

# **Master**

# **Wirtschaftsingenieurwesen**

---

**Prüfungsordnungsversion:2013**

**Vertiefung:AT**

Erstellt am:  
Donnerstag 08 Mai 2014  
aus der POS Datenbank der TU Ilmenau

# 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			
Automatisierung Pflichtbereich								FP	13	
Modellbildung	1 1 0							PL 30min	3	6316
Regelungs- und Systemtechnik 2 - Profil EIT	2 1 1							PL 120min	5	100273
Statische Prozessoptimierung	2 1 1							PL 30min	5	100628
Automatisierung Wahlpflichtbereich								FP	20	
Prozessmess- und Sensortechnik 1	2 1 1							PL	5	100804
Automatisierungstechnik 1		2 1 1						PL	5	100417
Digitale Regelungssysteme								PL	5	100415
Kommunikations- und Bussysteme		2 1 1						PL	5	100768
Matlab für Ingenieure		2 1 1						SL 90min	5	5550
Nichtlineare Regelungssysteme 1		2 1 1						PL	5	100498
Nichtlineare Regelungssysteme 2			2 1 1					PL	5	100762
Prozessanalyse								PL 90min	5	100430
Regelungs- und Systemtechnik 3		2 1 1						PL	5	100414
Simulation								PL	5	100418
Wissensbasierte Systeme								PL	5	101198
Dynamische Prozessoptimierung			2 1 1					PL	5	8195
Fuzzy- and Neuro Control			2 1 1					PL	5	100726
Hauptseminar								FP	5	
Masterseminar Automatisierungstechnik WIW			0 0 2					PL	5	100805

## **Modul: Automatisierung Pflichtbereich**

Modulnummer100769

Modulverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christoph Ament

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Vorraussetzungen für die Teilnahme

Detailangaben zum Abschluss

## Modellbildung

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

Fachnummer: 6316 Prüfungsnummer: 2200242

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christoph Ament

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 2.0  
 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
	1	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 Versuchsplanung und Parameteridentifikation 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 2-3) 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. Für eine anschließende Modellvereinfachung werden Methoden der Linearisierung, Ordnungsreduktion, Orts- und Zeitdiskretisierung vermittelt.

Für die experimentelle Modellbildung (Kapitel 4-6) werden allgemeine Modellansätze eingeführt und anschließend Methoden Identifikation von Modellparametern aus Messdaten entwickelt. Zur effizienten experimentellen Analyse von Systemen mit mehreren Einflussfaktoren wird eine geeignete Versuchsplanung und -analyse entwickelt. Den Abschluss bildet eine Klassifikation der ermittelten Modelle (Kapitel 7).

Die Kapitel der Vorlesung gliedern sich wie folgt:

1. Einführung
2. Physikalische („Whitebox“) Modelle
3. Modellvereinfachung
4. Allgemeine („Blackbox“) Modelle
5. Parameteridentifikation
6. Experimentelle Versuchsplanung und -analyse

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

## Regelungs- und Systemtechnik 2 - Profil EIT

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

Fachnummer: 100273 Prüfungsnummer: 2200332

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johann Reger

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 4.0  
 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	1																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden können für ein nichtlineares Zustandsraummodell eine an einer Trajektorie gültige lineare Approximation bestimmen.
- Die Studierenden kennen die Lösungen und grundlegenden Eigenschaften von zeitvarianten und zeitinvarianten linearen Systemen im Zeitkontinuierlichen und Zeitdiskreten.
  - Die Studierenden sind in der Lage, lineare Abtastmodelle zu bestimmen.
  - Die Studierenden sind befähigt, die wichtigsten Stabilitätskonzepte und -kriterien bei linearen Systemen anzuwenden.
  - Die Studierenden können die Konzepte Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit auf Anwendungen übertragen und diese anhand von Kriterien problemangepaßt analysieren.
  - Die Studierenden beherrschen den Entwurf von Zustandsreglern und Zustandsbeobachtern mit Hilfe der Formel von Ackermann.
  - Die Studierenden können Folgeregelungen für lineare Eingrößensysteme auslegen.
  - Die Studierenden können Entkopplungsregler für lineare Mehrgrößensysteme entwerfen.

### Vorkenntnisse

Abgeschlossenes gemeinsames ingenieurwissenschaftliches Grundstudium (GIG)

### Inhalt

<http://www.tu-ilmenau.de/regelungstechnik/lehre/regelungs-und-systemtechnik-2>

### Medienformen

Entwicklung an der Tafel, Beiblätter, Übungsblätter und Simulationsbeispiele unter:  
<http://www.tu-ilmenau.de/regelungstechnik/lehre/regelungs-und-systemtechnik-2>

### Literatur

- Ludyk, G., Theoretische Regelungstechnik 1 & 2, Springer, 1995
- Olsder, G., van der Woude, J., Mathematical Systems Theory, VSSD, 3. Auflage, 2004
- Rugh, W., Linear System Theory, Prentice Hall, 2. Auflage, 1996

### Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013

Bachelor Ingenieurinformatik 2013

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013

Master Electrical Power and Control Engineering 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT



## Statische Prozessoptimierung

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

Fachnummer: 100628 Prüfungsnummer: 220371

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Pu Li

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 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	1																		

### 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 1 + 2

### Inhalt

Optimierung des Designs und des Betriebs industrieller Prozesse

- Lineare und Nichtlineare Programmierung
- Mixed-Integer-Optimierung
- Anwendung von Optimierungswerkzeugen (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 (Sequentielle 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  
 Praktikum zur linearen, nichtlinearen, gemischt-ganzzahligen Programmierung

### Medienformen

## 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. München. 2006  
J. Nocedal, S. J. Wright. Numerical Optimization. Springer. 1999

## Detailangaben zum Abschluss

- 1) Mündliche Prüfung, 30 min. und
- 2) Unbenoteter Schein (Testat) für Praktikum

## verwendet in folgenden Studiengängen

- Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013
- Bachelor Ingenieurinformatik 2013
- Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013
- Master Mechatronik 2008
- Master Mechatronik 2014
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT

---

## **Modul: Automatisierung Wahlpflichtbereich**

Modulnummer 100802

Modulverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christoph Ament

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Voraussetzungen für die Teilnahme

Detailangaben zum Abschluss

## Prozessmess- und Sensortechnik 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung generiert Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 100804 Prüfungsnummer: 230434

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Fröhlich

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Maschinenbau Fachgebiet: 2372

	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

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 Lehrmaterialien enthalten ein aktuelles Literaturverzeichnis.

1. Internationales Wörterbuch der Metrologie - International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology. DIN. ISBN 3-41 0-13086-1
2. DIN V ENV 13005- Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen
3. Dubbel Taschenbuch für den Maschinenbau. Springer. ISBN: 3-540-22142-5

#### Detailangaben zum Abschluss

Semesterbegleitendes benotetes Praktikum mit 3 Versuchen PMS a 4h / Gesamtnotenanteil maximal 25%; Mündliche Abschlussprüfung 20min / Gesamtnotenanteil mindestens 75%.

#### verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Ingenieurinformatik 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT

## Automatisierungstechnik 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung generiert Art der Notegebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 100417 Prüfungsnummer: 220339

Fachverantwortlich: Prof. Dr.-Ing. Matthias Althoff

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 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	1															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden erwerben die Grundlagen zur Modellierung, Steuerung und Verifikation diskreter Systeme. Die Veranstaltung ist somit eine ideale Ergänzung zur Regelungs- und Systemtechnik, in der die Regelung kontinuierlicher Systeme gelehrt wird. Neben den theoretischen Grundlagen werden auch in der Praxis verbreitete Programmiersprachen nach der Norm IEC 61131-3 zur Implementierung von Steuerungen vermittelt.

### Vorkenntnisse

Keine Vorkenntnisse erforderlich (wünschenswert sind Vorkenntnisse in Regelungs- und Systemtechnik)

### Inhalt

Spezifikation von Automatisierungsaufgaben  
 Wiederholung der Booleschen Algebra  
 Endliche Automaten  
 Petri Netze  
 Statecharts  
 Systematischer Entwurf von Steuerungen  
 Verifikation von Steuerungen  
 SPS-Programmierung nach IEC 61131-3  
 Automatische Codegenerierung  
 Leittechnik

### Medienformen

Folien zur Vorlesung, Tafelanschrieb

### Literatur

L. Litz: Grundlagen der Automatisierungstechnik, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2005.  
 J. Lunze: Automatisierungstechnik, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2008.

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013

Bachelor Ingenieurinformatik 2013

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT

## Digitale Regelungssysteme

Fachabschluss: Prüfungsleistung generiert  
 Sprache: Deutsch

Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 100415 Prüfungsnummer: 220337

Fachverantwortlich: Dr. Kai Wulff

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0
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

### 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

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013

Bachelor Ingenieurinformatik 2013

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013

Master Electrical Power and Control Engineering 2013

Master Maschinenbau 2009

Master Maschinenbau 2011

Master Maschinenbau 2014

Master Mechatronik 2008

Master Mechatronik 2014

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT

## Kommunikations- und Bussysteme

Fachabschluss: Prüfungsleistung generiert Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 100768 Prüfungsnummer: 220403

Fachverantwortlich: Dr.-Ing. Fred Roß

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 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 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 2009

Master Maschinenbau 2011

Master Maschinenbau 2014

Master Mechatronik 2008

Master Mechatronik 2014

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT

## Matlab für Ingenieure

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

Fachnummer: 5550 Prüfungsnummer: 2200240

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Pu Li

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 4.0  
 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	1															

### 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

Bachelor Ingenieurinformatik 2013

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung AST

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT

## Nichtlineare Regelungssysteme 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung generiert

Art der Notegebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 100498

Prüfungsnummer: 220399

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johann Reger

Leistungspunkte: 5

Workload (h): 150

Anteil Selbststudium (h): 105

SWS: 4.0

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	1															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden sind in der Lage, die Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen nichtlinearer dynamischer Systemmodelle zu untersuchen.
- Die Studierenden können typische nichtlineare Phänomene wie z.B. Grenzzyklen oder endliche Entweichzeit einordnen und analysieren.
- Die Studierenden können Eigenschaften von nichtlinearen Systemen zweiter Ordnung in der Phasenebene analysieren und beurteilen.
- Die Studierenden können die Stabilität von Ruhelagen nichtlinearer Systeme überprüfen und beurteilen.
- Für die Klasse der Euler-Lagrange-Systeme können die Studierenden Betriebspunkt- und Folgeregelungen entwerfen.
- Die Studierenden können adaptive Regelungen mit Hilfe der Lyapunov-Theorie entwerfen.
- Die Studierenden können Regelungen zur Verbesserung des Einzugsbereichs entwerfen.

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse über Zustandsraumverfahren, z.B. aus Regelungs- und Systemtechnik 2

### Inhalt

<http://www.tu-ilmenau.de/regelungstechnik/lehre/nichtlineare-regelungssysteme-1>

### Medienformen

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

<http://www.tu-ilmenau.de/regelungstechnik/lehre/nichtlineare-regelungssysteme-1>

### Literatur

- Khalil, H., Nonlinear Systems, Prentice Hall, 1996
- Slotine, J.-J., Li, W., Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991
- Sontag, E., Mathematical Control Theory, Springer, 1998
- Spong, M., Hutchinson, S., Vidyasagar, M., Robot Modeling and Control, Wiley, 2005
- Vidyasagar, M., Nonlinear Systems Analysis, SIAM, 2002

### Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2013

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung AST

Master Ingenieurinformatik 2014

Master Mechatronik 2008

Master Mechatronik 2014

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT

## Nichtlineare Regelungssysteme 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung generiert Art der Notegebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 100762 Prüfungsnummer: 220402

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johann Reger

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 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	1												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden sind in der Lage, nichtlineare Systemmodelle aus der Mechatronik in eine PCHD-Darstellung zu bringen.
- Die Studierenden wissen das Konzept Passivität für den Zustandsreglerentwurf einzusetzen.
- Die Studierenden beherrschen die wichtigsten Backstepping-Regelungsverfahren, können diese verallgemeinern und für Anwendungen problemorientiert anpassen.
- Die Studierenden können die Bedingungen bei der exakten Linearisierung überprüfen und das Konzept zum Entwurf von Betriebspunktregelungen einsetzen.
- Die Studierenden haben die Fähigkeit, das Konzept Flachheit beim Vorsteuerungsentwurf und bei Folgeregelungen zu nutzen.
- Die Studierenden können lokale Beobachter für nichtlineare flache Systeme entwerfen.
- Die Studierenden sind in der Lage, nichtlineare Entkopplungsregler zu berechnen.

### Vorkenntnisse

Nichtlineare Regelungssysteme 1

### Inhalt

<http://www.tu-ilmenau.de/regelungstechnik/lehre/nichtlineare-regelungssysteme-2>

### Medienformen

Entwicklung an der Tafel, Beiblätter, Übungsblätter und Simulationsbeispiele unter:  
<http://www.tu-ilmenau.de/regelungstechnik/lehre/nichtlineare-regelungssysteme-2>

### Literatur

- Isidori, A., Nonlinear Control Systems, Band 1, Springer, 2001
- Khalil, H., Nonlinear Systems, Prentice Hall, 1996
- Krstic, M., Kanellakopoulos, I., Kokotovic, P., Nonlinear and Adaptive Control Design, Wiley, 1995
- Marino, R., Tomei, P., Nonlinear Control Design: Geometric, Adaptive and Robust, Prentice Hall, 1995
- Slotine, J.-J., Li, W., Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991

### Detailangaben zum Abschluss



## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2013

Master Ingenieurinformatik 2014

Master Mechatronik 2008

Master Mechatronik 2014

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT

## Prozessanalyse

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

Fachnummer: 100430 Prüfungsnummer: 220342

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christoph Ament

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 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

### 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 Versuchsplanung und Parameteridentifikation 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 2-3) 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. Für eine anschließende Modellvereinfachung werden Methoden der Linearisierung, Ordnungsreduktion, Orts- und Zeitdiskretisierung vermittelt.

Für die experimentelle Modellbildung (Kapitel 4-6) werden allgemeine Modellansätze eingeführt und anschließend Methoden Identifikation von Modellparametern aus Messdaten entwickelt. Zur effizienten experimentellen Analyse von Systemen mit mehreren Einflussfaktoren wird eine geeignete Versuchsplanung und -analyse entwickelt. Den Abschluss bildet eine Klassifikation der ermittelten Modelle (Kapitel 7).

Die Kapitel der Vorlesung gliedern sich wie folgt:

1. Einführung
2. Physikalische („Whitebox“) Modelle
3. Modellvereinfachung
4. Allgemeine („Blackbox“) Modelle
5. Parameteridentifikation
6. Experimentelle Versuchsplanung und -analyse

### 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 Elektrotechnik und Informationstechnik 2013

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT

## Regelungs- und Systemtechnik 3

Fachabschluss: Prüfungsleistung generiert Art der Notegebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 100414 Prüfungsnummer: 220335

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johann Reger

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 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	1															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden können Normalformen für lineare Mehrgrößensysteme beim Regelungs- und Beobachterentwurf gezielt einsetzen.
- Die Studierenden kennen die wichtigsten Eigenschaften von Übertragungsfunktionen im Mehrgrößensystem und können deren Einfluß auf die Performance im Regelkreis bewerten.
- Die Studierenden sind befähigt, die gängigen Sensitivitätsfunktionen im Standardregelkreis zu bestimmen und beim Reglerentwurf, z.B. im loop-shaping-Verfahren zu nutzen.
- Die Studierenden verstehen die Relevanz von Matrix-Riccati-Differentialgleichungen beim optimierungsbasierten Entwurf und können diese numerisch lösen.
- Die Studierenden sind in der Lage, auf quadratischen Gütefunktionalen basierende Regelungen und Beobachter zu entwerfen.
- Die Studierenden können robuste Ausgangsrückführungen entwerfen.

### Vorkenntnisse

Abgeschlossenes gemeinsames ingenieurwissenschaftliches Grundstudium (GIG),  
 Regelungs- und Systemtechnik 2 – Profil EIT

### Inhalt

<http://www.tu-ilmenau.de/regelungstechnik/lehre/regelungs-und-systemtechnik-3>

### Medienformen

Entwicklung an der Tafel, Beiblätter, Übungsblätter und Simulationsbeispiele unter:  
<http://www.tu-ilmenau.de/regelungstechnik/>

### Literatur

- Antsaklis, P., Michel, A., A Linear Systems Primer, Springer, 2007
- Sánchez-Peña, R., Sznajder, M., Robust Systems: Theory and Applications, Wiley, 1998
- Skogestad, S., Postlethwaite, I., Multivariable Feedback Control - Analysis and Design, Wiley, 2005
- Zhou, K., Doyle, J.C., Essentials of Robust Control, Prentice Hall, 1997
- Zhou, K., Doyle, J.C., Glover, K., Robust and Optimal Control, Prentice Hall, 1995

### Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013

Bachelor Ingenieurinformatik 2013

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT

## Simulation

Fachabschluss: Prüfungsleistung generiert Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 100418 Prüfungsnummer: 220340

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Pu Li

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 128 SWS: 2.0  
 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

### 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, definieren und erklären. Sie sind in der Lage, Simulationsaufgabenstellungen zu bewerten und eine systematische Herangehensweise an die Problemlösung anzuwenden. Die Studierenden erkennen 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, Scilab, OpenModelica, PHASER) können die Studierenden typische Simulationsaufgaben im technischen und nichttechnischen Umfeld bewerten und entwickeln. In einem Hausbeleg weist jeder Studierende seine Fähigkeit nach, eine Simulationsaufgabe zu lösen und auszuwerten.

### Vorkenntnisse

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

### Inhalt

Einführung: Einsatzgebiete, Abgrenzung, Rechenmittel, Arbeitsdefinition, Systematik bei der Bearbeitung von Simulations- und Entwurfsaufgaben; Systembegriff (zeitkontinuierlich, 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; Einführung in die physikalische objektorientierte 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); Scilab (Grundaufbau, Befehle, Unterschiede zu MATLAB/Simulink, Beispiele); Überblick über OpenModelica (Merkmale, Modellierungsumgebung, Bibliotheken, Beispiele); PHASER (Grundaufbau, vorgefertigte und eigene Problemstellungen, Zeitverhalten, Phasendiagramm, Beispiele)

### Medienformen

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

- 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.
- Schmidt, G.: Simulationstechnik, Oldenbourg, 1980.
- Schwetlick, H., Kretzschmar, H.: Numerische Verfahren für Naturwissenschaftler und Ingenieure, Fachbuchverlag Leipzig, 1991.
- Tiller, M.: Introduction to physical modeling with Modelica, Kluwer, 2001.
- van den Bosch, P. P. J., van der Klauw, A.: Modeling, Identification and Simulation of Dynamical Systems, CRC

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

- Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT

## Wissensbasierte Systeme

Fachabschluss: Prüfungsleistung generiert

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache:

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 101198

Prüfungsnummer: 220414

Fachverantwortlich: Dr.-Ing. Fred Roß

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 105      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

Lernergebnisse / Kompetenzen

Vorkenntnisse

Inhalt

Medienformen

Literatur

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Ingenieurinformatik 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT



## Dynamische Prozessoptimierung

Fachabschluss: Prüfungsleistung alternativ Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 8195 Prüfungsnummer: 220372

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Pu Li

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 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	1												

### 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

### 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

- D. G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems. Wiley. 1979  
 A. C. Chiang. Elements of Dynamic Optimization. McGraw-Hill. 1992  
 D. P. Bertsekas. Dynamic Programming and Stochastic Control. Academic Press. 1976

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

1) Mündliche Prüfung, 30 min. und

2) Testat für durchzuführendes Praktikum

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2013

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung AST

Master Ingenieurinformatik 2009

Master Ingenieurinformatik 2014

Master Mechatronik 2008

Master Mechatronik 2014

Master Research in Computer & Systems Engineering 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT

## Fuzzy- and Neuro Control

Fachabschluss: Prüfungsleistung generiert

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 100726

Prüfungsnummer: 220398

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christoph Ament

Leistungspunkte: 5

Workload (h): 150

Anteil Selbststudium (h): 105

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

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 Electrical Power and Control Engineering 2013

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung AST

Master Ingenieurinformatik 2014

Master Mechatronik 2008

Master Mechatronik 2014

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT

---

## Modul: Hauptseminar

Modulnummer 100803

Modulverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johann Reger

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

- Die Studierenden sind in der Lage, wissenschaftlich-technische Literatur zu recherchieren und auszuwerten.
- Die Studierenden können ein neues weiterführendes Verfahren oder Anwendungsfall eigenständig erfassen und bewerten.
- Die Studierenden können, ein wissenschaftliches Thema schriftlich und mündlich angemessen präsentieren.

### Vorraussetzungen für die Teilnahme

Abschluss GIG

Regelungs- und Systemtechnik 1/2

### Detailangaben zum Abschluss

## Masterseminar Automatisierungstechnik WIW

Fachabschluss: Prüfungsleistung alternativ

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 100805

Prüfungsnummer: 2200406

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johann Reger

Leistungspunkte: 5

Workload (h): 150

Anteil Selbststudium (h): 128

SWS: 2.0

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
							0	0	2												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Darstellung wissenschaftlicher Ergebnisse wird vom Studenten anhand der Erarbeitung einer Präsentationen im Umfeld der Aufgabenstellung der Masterarbeit erlernt. Die Teilnehmer sind in der Lage grundlegende Techniken der Erarbeitung, Aufbereitung, Vertiefung und Präsentation für ein Fachpublikum anzuwenden.

### Vorkenntnisse

nach Themenausgabe

### Inhalt

selbstständige Bearbeitung eines fachspezifischen Themas unter wissenschaftlicher Anleitung

### Medienformen

wird bekannt gegeben

### Literatur

wird bekannt gegeben bei Themenausgabe

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT



## **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)