

# **Zusatz zum Modulhandbuch**

## **für den Master Studiengang Systems Engineering**

Mit Modulbeschreibungen zu zusätzlichen Veranstaltungen gem. § 6 (11) der Studienordnung  
für den Master Studiengang Systems Engineering vom 23. März 2015

**zusammengestellt für die Fachrichtung Systems Engineering  
der Universität des Saarlandes**

RS-Sem.	Modul	CP	SWS
<b>Zusätzliche Veranstaltungen Studiengang Master Systems Engineering PO 2015</b> (gemäß §6 (11) der Studienordnung für den Master-Studiengang Systems Engineering vom 23.04.2015)			
	Embedded Drive Systems	4	3
	Systems Identification for Embedded Drive Systems	4	3
	Actuators and sensors with intelligent material systems 4	4	3
	Projektpraktikum "Aufbau eines Mikrosystems im Rahmen des Studierendenwettbewerbs COSIMA	3	3
	Strömungsbeeinflussung mit Mikrostrukturen und -systemen	4	3
	Moderne Laser Mikroskopie	3	2
	Additive Fertigungsverfahren für Metalle	3	2
	Digitales Datenmanagement für die Ingenieurwissenschaften	3	3
	Physikalische Messtechnik in der Materialcharakterisierung	4	3
	Medizinische Messtechnik	4	3
	Optimal Control	4	3

Modul <b>Embedded Drive Systems</b>					Abk. <b>EDS</b>
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>2</b>	<b>4</b>	<b>SS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus

**Dozent/inn/en** Dr.-Ing. Emanuele Grasso

**Zuordnung zum Curriculum** **Systems Engineering Master, Wahlbereich**

**Zulassungsvoraussetzungen** No formal pre-assumptions

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Oral examination with grade

**Lehrveranstaltungen / SWS** Lecture: 2 SWS  
Excercise: 1 SWS

**Arbeitsaufwand**

Lecture Time 15 Weeks per 2 SWS	30 h
Excercise Time 15 Weeks per 1 SWS	15 h
Pre- and post-preparation for Lecture and Excercise	45 h
Exam preparation	30 h
<b>Total</b>	<b>120 h (4 CP)</b>

**Modulnote** Grade

### Lernziele/Kompetenzen

This lecture is intended to provide an insight into the field of embedded systems for engineering applications with particular focus on motor drive technology and sensorless techniques. After a thorough introduction on the conversion between continuous and discrete time domains for linear and non-linear systems, the students will receive an insight on modern microcontrollers and their structures as well as on power stages for motor drives. Field Oriented Control for brushless drives and an overview on sensorless techniques will be presented with particular attention on implementation issues.

### Inhalt

- Overview on continuous and discrete time systems
- Sampling techniques
- Discretization of linear ODEs (ordinary differential equations)
- Discretization of non-linear ODEs (Runge-Kutta methods)
- Modern Microcontrollers – Structure and main functionalities
- Power stages – Linear and Switching technologies
- Basics of PCB design
- Field Oriented Control for brushless electrical drives
- Overview on sensorless techniques for brushless electrical drives

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: english



Modul <b>Systems Identification for Embedded Drive Systems</b>					Abk. <b>SIS</b>
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>2</b>	<b>4</b>	<b>WS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus

**Dozent/inn/en** Dr.-Ing. Emanuele Grasso

**Zuordnung zum Curriculum** Systems Engineering Master, Wahlbereich

**Zulassungsvoraussetzungen** No formal pre-assumptions

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Oral examination with grade

**Lehrveranstaltungen / SWS** Lecture: 2 SWS  
Excercise: 1 SWS

**Arbeitsaufwand**

Lecture Time 15 Weeks per 2 SWS	30 h
Excercise Time 15 Weeks per 1 SWS	15 h
Pre- and post-preparation for Lecture and Excercise	45 h
Exam preparation	30 h
<b>Total</b>	<b>120 h (4 CP)</b>

**Modulnote** Grade

---

### Lernziele/Kompetenzen

This lecture is intended to provide the necessary mathematical tools needed for the identification and state observation of linear and nonlinear dynamic systems with particular attention to embedded drive system applications. Moreover, an insight to neural networks and fuzzy systems will be provided. Finally, the Kalman Filter and its variants will be introduced in detail, both for linear and nonlinear systems and for time-discrete and time-continuous systems. Practical exercises based on real applications will be proposed along with the lecture time.

---

### Inhalt

- Overview on Linear Time-Invariant Systems (LTIs)
- AR(X)/ARMA(X) Systems
- Normalized Least Mean-Squares and Recursive Least Mean-Squares Algorithms
- Problem of Identification and Solutions for LTIs
- Applications of System Identification to Control of Electrical-Drives
- Multilayer Perceptron and Radial Basis Neural Networks
- Introduction to Fuzzy Systems
- Kalman Filter and its variants for time-discrete systems
- Kalman-Bucy Filter for linear time-continuous systems
- Extended Kalman Filter for nonlinear time-discrete and time-continuous systems
- Implementation of System Identification and State Observation Algorithms to Embedded Drive Systems

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: english

Name of the module <b>Actuators and sensors with intelligent material systems 4</b> (Intelligent control and self-sensing algorithms for smart materials)					Abbreviation <b>ASIM4</b>
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
<b>1, 3</b>	<b>3</b>	<b>winter</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>Responsible lecturer</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Seelecke
<b>Lecturer(s)</b>	Dr. Gianluca Rizzello
<b>Level of the unit</b>	Master Systems Engineering, Wahlbereich
<b>Entrance requirements</b>	For graduate students: none, attendance of ASIM 2 is recommended
<b>Assessment / Exams</b>	Oral exam and/or project presentation (to be announced at beginning of class)
<b>Course type / Weekly hours</b>	Lecture: 2 weekly hours Seminar: 1 weekly hour
<b>Total workload</b>	Total workload 120 h, of which <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture 15 weeks, 2 weekly hours = 30 h</li> <li>• Seminar 15 week, 1 weekly hour = 15 h</li> <li>• Self study = 45 h</li> <li>• Exam preparation = 30 h</li> </ul>
<b>Grading</b>	Graded

---

### Aims/Competences to be developed

Modeling of actuators/sensors systems based on smart materials (shape memory alloys, piezoceramics, dielectric elastomers) with examples from mechatronics. Tuning of simple (PID) controllers for smart material systems. Design of advanced motion control systems for smart material systems for enhanced dynamic performance. Implementation of self-sensing estimation schemes for smart materials. Realization of sensorless control loops based on self-sensing feedback.

---

### Content

- Overview of smart material actuators (SMA, DE) and their limitations in dynamic applications
  - Modeling of smart material systems (SMA, DE)
  - Mathematical tools for analysis and design of control systems for smart materials
  - Typical requirements and specifications of a control system for smart materials
  - Position control via PID laws: tuning methods and model-based design
  - Trajectory tracking and disturbance rejection
  - Advanced motion control algorithms for improving dynamic performance of smart materials (SMA, DE)
  - Self-sensing and sensorless control architectures
- 

### Additional information

Lecture notes (slides) and exercises will be distributed online.

Language: English

Literature: to be announced at the beginning of the course

<b>Projektpraktikum „Aufbau eines Mikrosystems im Rahmen des Studierendenwettbewerbs COSIMA“ (Contest of Students in Microsystem Applications, getragen vom VDE und gefördert vom BMBF)</b>					
Studiensem.	Regelstudiensem. <b>B (6), M (2)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>3</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. rer. nat. H. Seidel
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. rer. nat. H. Seidel
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor/Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Bachelor/Master Mechatronik Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	erfolgreicher Abschluss des Modulelements Mikrotechnologie
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Vortrag und Vorführung des Demonstrators
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	3 SWS, Gruppen von 2 – 4 Studenten
<b>Arbeitsaufwand</b>	90 h ( 3CP) Theoretische Entwicklung: 30 h Praktische Umsetzung: 60 h
<b>Modulnote</b>	Benotet

---

### **Lernziele/Kompetenzen**

Innovative Ideenfindung zum Einsatz von Mikrosystemen in neuen Anwendungen. Planung und Umsetzung dieser Idee in einen vorführbaren Demonstrator, der an einem Wettbewerb präsentiert wird. Das interaktive Arbeiten in Teams wird geübt.

---

### **Inhalt**

Die Studenten müssen Einsatzmöglichkeiten von Mikrosystemen und mikrosystemtechnischen Bauelementen (Sensoren, Aktoren) in verschiedensten Bereichen des täglichen Lebens finden und die Möglichkeit der praktischen Umsetzung erarbeiten und einen Prototypen aufbauen. Die wirtschaftliche Planung, die Öffentlichkeitsarbeit, die Projektdurchführung und die Präsentation des Vorhabens müssen selbständig durchgeführt werden. Der Beitrag muss als Wettbewerbsbeitrag zu COSIMA beim VDE eingereicht werden.

---

### **Weitere Informationen**

Anmeldung zu Semesterbeginn erforderlich. Das Praktikum baut auf das Modul Mikrotechnologie auf. Die Idee soll als Beitrag zum Wettbewerb angemeldet werden

Modul: <b>Strömungsbeeinflussung mit Mikrostrukturen und –systemen</b> (Miniaturized Systems for Flow Control)					AbK
Studiensemester <b>3</b>	Regelstudiensemester <b>3</b>	Turnus <b>WiSe</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr. rer. nat. Helmut Seidel

**Dozent/innen/en** Dr. rer. nat. Karin Bauer

**Zuordnung zum Curriculum** - Master Systems Engineering: Wahlbereich  
 - Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen:  
 fachspezifische Wahlpflicht

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine formalen Voraussetzungen

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Mündliche Prüfung

**Lehrveranstaltungen /SWS** 2 Vorlesungsstunden 1 Übungsstunde

**Arbeitsaufwand** 120 h

**Modulnote** Prüfungsnote

---

**Lernziele/Kompetenzen:**

- Grundlegende Kenntnisse der Mikrotechnologien sowie der Strömungsmessung und Strömungsbeeinflussung festigen und ggf. erweitern
- Bauelemente: miniaturisierte Sensoren, Aktoren sowie passive Strukturen und Systeme für Anwendungen in der „Makrofluidik“ und in der „Mikrofluidik“ kennen- und anwenden lernen

---

**Inhalt:**

Einführung/Erinnerung:

- Fluidik, Strömungsmechanik, Thermodynamik und Transportphänomene, Navier-Stokes, laminare und turbulente Strömungen, Transition, Ablösung und kohärente Strukturen
- Mikrotechnologien und Mikrosysteme, Mikroaktorikprinzipien

Bauelemente:

- Prinzipien und Anwendungen von Mikrosensoren zur Strömungsmessung
- Miniaturisierte Aktorik und Mikroaktoren zur Strömungsbeeinflussung (jets, pulsed jets, synthetic jets, plasma actuation, magnetic actuation, fluidische Oszillatoren, etc.)
- Passive Strukturen (riblets, vortex generators, valves, etc.)

Systeme:

- Anwendungen in der Transitions- und Ablösungsbeeinflussung sowie zur Widerstandsreduktion in turbulenten Grenzschichten
- Arbeiten zur Antikontamination für die Laminarhaltung
- Beispiele für geregelte Systeme, kooperative Systeme

---

Weitere Informationen: am ersten Vorlesungstermin

Unterrichtssprache: deutsch, ggf. englisch

Literaturhinweise: werden in der Vorlesung bekanntgegeben

Modul <b>Moderne Laser-Mikroskopie</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>1,2,3</b>	<b>3</b>	<b>WS / SS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Aisada König
<b>Dozentin</b>	PD Dr. Aisada König
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Wahlbereich
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Erfolgreicher Abschluss Bachelor
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Multiple Choice / mündliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	wöchentlich inklusive praktische Übung (30 Stunden, entspricht 2 SWS) nach Vereinbarung
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit 30 h 30 h Vor- und Nachbereitung 30 h Klausurvorbereitung
<b>Modulnote</b>	Benotet

#### Lernziele/Kompetenzen

- Grundlagen Optischen Mikroskopie
- Grundlagen Laser
- Verständnis von Laser-Applikationen
- Verständnis von Laser/Zell-Wechselwirkungen
- Grundlagen Fluoreszenz
- Grundlagen Laser-Mikroskopie und Bildgebung
- Lasermikroskop
- Kenntnisse der Laser-Transfektion, Laser-Mikro- und -Nanochirurgie, Laserpinzette
- Kenntnisse in konfokaler Mikroskopie und Zwei-Photonen-Mikroskopie
- Praktisches Arbeiten an drei Mikroskopie-Arbeitsplätzen

#### Inhalt

- -Optische Eigenschaften von biologischen Systemen (Reflexion, Absorption, Fluoreszenz, SHG)
- -Laser-Zell-Wechselwirkungen
- -Laser-induzierte Fluoreszenz
- -Fluoreszenz-Lebensdauer-Imaging (FLIM)
- -Optische Mikroskopie/Konfokale Laser-Scanning-Mikroskopie
- -Zwei-Photonen-Mikroskopie mittels Femtosekundenlaser
- -FRET-Mikroskopie zur Untersuchung von Protein-Protein-Wechselwirkungen
- -Laser-Transfektion, Laser Mikro, - und Nanochirurgie, Laserpinzette
- -RAMAN/CARS-Mikroskopie
- -Praktische Übungen an den drei Mikroskopie-Arbeitsplätzen:
  - 1) LED-Fluoreszenz Mikroskop (Zeiss Axiovert mit Beleuchtungssystem Colibri)
  - 2) Multiphotonen-Tomograph MPT $\text{flex}$ -CARS mit FLIM-Modul
  - 3) Nanoprocessing-Femtosekunden-Laser-Mikroskop (Transfektion, Bohren, Schneiden, Ablation)

#### Weitere Informationen

**Unterrichtssprache:** Englisch (auf Wunsch Deutsch)

**Teilnehmerzahl:** maximal 15

#### Literaturhinweise:

König K (Ed.), „Multiphoton Microscopy and Fluorescence Lifetime Imaging“ DeGruyter 2018, Open access

Modul Additive Fertigungsverfahren für Metalle					Abkürzung AMfM
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	WS	1 Sem	2	3
Modulverantwortliche*r		Prof. Dr. Dirk Bähre			
Dozent*in		Prof. Dr. Dirk Bähre und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen			
Zuordnung zum Curriculum		Master MWWT, Master EEIGM, Master Systems Engineering			
Zulassungsvoraussetzungen		Keine			
Lehrveranstaltungen		Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP
		V	Additive Fertigungsverfahren für Metalle	2	3
Leistungskontrollen		Benotete Klausur oder benotete mündliche Prüfung			
Arbeitsaufwand		90 h (Präsenzzeit 15 Wochen, 30h; Vor- und Nachbereitung, Prüfung 60h)			
Zusammensetzung der Modulnote		Note der Klausur oder Note der mündlichen Prüfung			
Lernziele/ Kompetenzen		<ul style="list-style-type: none"> <li>AM von konventioneller Fertigung abgrenzen können</li> <li>Prozessabläufe von den Daten zum Fertigteil beschreiben können</li> <li>AM-Technologien für Metalle kennenlernen (Einteilungen + Beispiele)</li> <li>Ablauf und Parametrisierung ausgewählter Verfahren kennenlernen (L-PBF, FFF, ...)</li> <li>Vorteile und Herausforderungen in Metall-AM kennen</li> <li>Fertigungsgerechte Konstruktion kennenlernen</li> <li>Bildung von Werkstückeigenschaften einschätzen lernen</li> <li>Nachhaltigkeit bzgl. Metall-AM multidimensional einschätzen können</li> <li>Aktuelle Forschungsgegenstände kennenlernen</li> </ul>			
Inhalt(e)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Einteilung und Klassen von Verfahren der additiven Fertigung</li> <li>Ökonomische Aspekte und ökonomische Nachhaltigkeit</li> <li>Ökologische Aspekte und ökologische Nachhaltigkeit</li> <li>Charakteristika von Metallpulvern</li> <li>Aufgaben, Funktion und Gestaltung von Stützstrukturen</li> <li>Datenhandling und Design for Additive Manufacturing</li> <li>Wichtige Prozessparameter und Prozesssimulation</li> <li>Prozessabläufe und Anlagentechnik</li> <li>Prozessüberwachung</li> <li>Bauteiloberflächen und entstehende Porositäten</li> <li>Entstehende Mikrostruktur und resultierende mechanische Eigenschaften</li> <li>Auslegung von Nachbearbeitungsverfahren</li> </ul>			
Weitere Informationen		Unterrichtssprache: deutsch Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben			

Modul					Abk.
<b>Seminar zu digitalem Datenmanagement für die Ingenieurwissenschaften</b>					<b>SDDMI</b>
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>2</b>	<b>3</b>	<b>WS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp, Prof. Dr.-Ing. Paul Motzki, Prof. Dr. Andreas Schütze, Tizian Schneider, Christian Fuchs, Dr. Sophie Nalbach, Markus Herrmann-Wicklmayr
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor/Master Systems Engineering, Bachelor/Master Quantum Engineering,
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Ergebnisvorstellung (z. B. Vortrag, Tutorial, Datendokumentation) eines aktuellen Themas aus dem angebotenen Themenbereich.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Gesamt 90 Stunden, davon <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wöchentliche Absprache mit den Betreuern 8 Wochen à 2 SWS = 12 Stunden</li> <li>• Vorbereitung und Dokumentation Seminarbeitrag = 74 Stunden</li> <li>• Ergebnisvorstellungen der Studierenden = 4 Stunden</li> </ul>
<b>Modulnote</b>	Unbenotet

---

### Lernziele/Kompetenzen

In den Ingenieurwissenschaften findet die Wertschöpfung verstärkt in digitalen Artefakten statt. Die dadurch entstehenden Daten werden zunehmend größer, reichhaltiger und komplexer. Sie erfordern daher ein sorgfältiges Datenmanagement. Neben reinen Mess- und Simulations-Daten spielen auch Modelle (mathematisch oder algorithmisch) und Software (Programme) eine wichtige Rolle.

Ziel der Lehrveranstaltung ist es, dass Studierende bereits früh im Studium erfahren, was die Herausforderungen des Datenmanagements sind. Sie sollen sich mit etablierten wie neuen Kriterien zur Datenqualität vertraut machen, sie verstehen, einordnen und unterscheiden können.

Die Teilnehmer lernen, sich in aktuelle Themen des Datenmanagements einzuarbeiten und die gewonnenen Erkenntnisse in einem wissenschaftlichen Vortrag zu präsentieren. Neben dem Erwerb von Fachwissen zu aktuellen Methoden und Technologien wird durch die Abschlusspräsentation der Ergebnisse auch die Vermittlung von wissenschaftlichen Inhalten geübt.

### Inhalt:

Aktuelle Themen aus dem Gebiet des digitalen Datenmanagements. Themen sind auf den Webseiten der beteiligten Professoren ausgeschrieben:

- <https://www.uni-saarland.de/lehrstuhl/flaskkamp/lehre.html>
- <https://imsi.de/digihoch2/>
- <https://www.lmt.uni-saarland.de/index.php/de/lehre/32-lehrangebot>

---

### Weitere Informationen

Betreuung: Nach Themenstellung wird mit dem/der Studierenden der Inhalt sowie die Gestaltung des Seminars besprochen und gemeinsam verfeinert.

Unterrichtssprache: Deutsch, auf Wunsch auch Englisch möglich.

Literaturhinweise: Literatur wird individuell nach Themenstellung zur Verfügung gestellt, weitere Literatur sollte selbst recherchiert werden.

Modul <b>Physikalische Messtechnik in der Materialcharakterisierung</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>WS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Sarah Fischer		
<b>Dozent/in/n/en</b>	Dr. Sarah Fischer sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Forschungsgruppe MatBeyoNDT		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Systems Engineering; Wahlbereich Master Eingebettete Systeme; Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik; Master AMASE Wahllehrveranstaltung		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Teilnahme an praktischer Übung, Erstellen eines Berichts und erfolgreiches mündliches Abtestat Klausur		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	3 SWS, V2 Ü1		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung und Übungen 15 Wochen 2 SWS	30 h	
	Praktische Laborübungen	15 h	
	Vor- und Nachbereitung der praktischen Übungen	15 h	
	Vor- und Nachbereitung Vorlesung	30 h	
	Klausurvorbereitung	30 h	
<b>Modulnote</b>	Klausurnote		

---

### Lernziele/Kompetenzen

- Erlangen von vertieften Kenntnissen im Bereich mechanischer Funktionsmaterialien, Materialcharakterisierung und physikalischer Messtechnik
- Erlernen und Verstehen von Anforderungen an das Design von Systemen mit Materialien
- Erlernen und Verstehen von Grenzen und Herausforderungen bei der Durchführung von mechanischen Versuchen
- Kennenlernen typischer Auswertemethoden und experimentellen Herangehensweisen in Übungen und Praktikum
- 

---

### Inhalt

- Einführung
- Trends in der Materialentwicklung
  - Funktionsmaterialien
  - Mechanische Metamaterialien
  - Zelluläre Materialien
  - Programmierbare Materialien
- Experimentelle Mechanik
  - Materialeigenschaften, wichtige Grundlagen
  - Messtechnik für Versuche

- 
- Versuchsdurchführung und -auslegung
  - Methoden und Messtechnik zur physikalischen Materialcharakterisierung
    - Akustische Methoden
    - Digitale Bildkorrelation (DIC)
    - Thermographie
    - Mikromagnetik
  - Physikalische Materialcharakterisierung in der industriellen Anwendung
    - Industriestandards für Materialkennwerte: Grundlagen und Grenzen
    - Materialauswahl für mechatronische Systeme
    - Skalierung von Charakterisierungsmethoden
  - Übungen mit praktischem Teil zur Vertiefung der Kenntnisse
    - Messtechnik und Aufbau
    - Fehlerquellen für Messfehler
    - Auswertung von Messdaten

---

Weitere Informationen

Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend online bereitgestellt.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

- Begleitendes Material zur Vorlesung;
- Begleitende Bücher werden in der Vorlesung bekannt gegeben
- Div. Journalpublikationen und Konferenzbände.

Modul <b>Medizinische Messtechnik</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>WS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Andreas Schütze				
<b>Dozent</b>	Dr. Christian Bur				
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Systems Engineering Master Quantum Engineering				
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen				
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> <li>• Bearbeitung eines Themas aus dem Spektrum der Vorlesung und dessen Präsentation im Rahmen eines Seminarvortrags</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	3 SWS, V2 Ü/S1				
<b>Arbeitsaufwand</b>	3 Stunden pro Woche: 2 VL, 1 Ü/S Vorlesung + Seminarvorträge 2 SWS 30 h Übung/Tutorium (zweiwöchig) 1 SWS 15 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung 25 h Eigenständige Bearbeitung eines Themas aus dem Spektrum der Vorlesung 25 h Prüfungsvorbereitung 25 h				
<b>Modulnote</b>	Endnote wird berechnet aus den Teilnoten mündliche Prüfung und Seminarvortrag (70:30)				

### Lernziele/Kompetenzen

Die Studierenden erhalten eine Einführung in Medizintechnik, insbesondere in Messtechnik und Sensorik in medizinischen Anwendungen. Als Einstieg lernen Studierende Methoden und Sensorprinzipien zur Messung von physiologischen Parametern, wie z.B. Körperkerntemperatur oder Herzzeitvolumen, und bildgebende Verfahren, z.B. Mammographie, kennen. Ein Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der Messung volatiler Substanzen in der Ausatemluft. Ausgehend von der Messung klassischer Atemgase während mechanischer Beatmung werden Standardatemtests, wie der Helicobacter-Test, besprochen. Zur tiefgehenden Atemgasanalyse, bspw. zur Identifikation von Biomarkern zur Früherkennung von Krankheiten (z.B. Aceton für Diabetes) oder zum Drug Monitoring, werden verschiedene Probenahmetechniken sowie analytische Messmethoden thematisiert. Ergänzend hierzu werden sensorbasierte Ansätze, wie Multisensoren, Biosensoren, mit Ansätzen effektiver Kalibrierung und Signalverarbeitung studiert. Alle Sensorprinzipien und Messverfahren werden anschaulich mit Anwendungsbeispielen eingeführt. Neben fachspezifischen Inhalten, die über die Vorlesung und Übungen vermittelt werden, können Studierende sich selbstständig in neue Messmethoden im Rahmen eines Seminars einarbeiten und die Ergebnisse in der Gruppe präsentieren.

---

**Inhalt**

- Messung physiologischer Parameter
  - Körperkerntemperatur, Blutdruck, Blutfluss, Herzzeitvolumen, Puls
  - EKG, EEG
- Einführung bildgebende Verfahren
  - Röntgen, Mammographie
  - Computertomographie
  - MRT
  - Ultraschall
- Einführung in Messung von Atemgasen
  - Einführung in mechanische Beatmung (Beatmungsgerät)
  - Messung von Atemgasen: Sauerstoffgehalt, CO<sub>2</sub>
  - Anwendungen: Atemtest Helicobacter, Laktose Toleranz Test
- Methoden der Probennahme
- Analytische Messmethoden zur Atemgasanalyse
  - Identifikation von Biomarkern mit GC-MS, PTR-MS, SIFT
  - Ionenmobilitäts-Spektrometrie (IMS), z.B. zur Messung von volatilen Anästhetika
- Sensorsysteme
  - Sensorarrays, z.B. zur Krebserkennung
  - Virtuelle Multisensoren
  - Einschub: Signalverarbeitung und Kalibrierung
  - Biosensors
- Anwendungen
  - Biomarker-Detektion
  - Früherkennung von Krankheiten (z.B. Asthma, Krebsfrüherkennung)
  - Drug Monitoring
- Headspace Analyse
  - Blut, Speichel, Urin

---

**Weitere Informationen**

Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend im Internet zum Download bereitgestellt (<http://www.lmt.uni-saarland.de>).

Unterrichtssprache: deutsch, optional englisch

**Literaturhinweise:**

- begleitendes Material zur Vorlesung
- wird in der Vorlesung bekannt gegeben
- Div. Journalpublikationen und Konferenzbände

Modul					Abk.
Optimal Control					OC
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>2,4</b>	<b>2</b>	<b>Every year</b>	<b>1 Semester</b>	<b>2+1</b>	<b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp		
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Systems Engineering, Wahlbereich		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	No formal requirements, Optimization lecture recommended		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Oral exam		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	2 SWS lecture, 1 SWS tutorial		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Lecture + Tutorial for 15 weeks	45 h	
	Personal studies	60 h	
	Preparation for the exam	15 h	
		<b>= 120 h</b>	
<b>Modulnote</b>	Result of the exam		

---

### Lernziele/Kompetenzen

Students know central aspects of optimal control problems and they are able to classify different problem types (linear-quadratic vs. non-linear, different cost functionals, type of constraints, receding horizon, etc.). They can list appropriate numerical solution approaches and describe how these can be implemented for numerical solvers. Students can apply state-of-the-art optimization software for optimal control problems, evaluate the solvers' performance, e.g. regarding real-time applicability in MPC (model predictive control) settings, and interpret the results of optimal control problems in engineering.

---

### Inhalt

- Summary of constrained nonlinear optimization tools
- Theory of optimal control problems in continuous time
- Linear optimal feedback control
- Numerical solution of optimal control problems: discretization, problem formulations, methods, and implementation
- MPC theory and practical implementation

---

Weitere Informationen: For current information, see homepage of Prof. Flaßkamp

Unterrichtssprache: English

Literaturhinweise: Will be given in class

---