UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

Modulhandbuch

für den Master Studiengang Systems Engineering

Mit Modulbeschreibungen zu Veranstaltungen für den Master Studiengang Systems Engineering vom 23. April 2015

RS-Sem.	Modul / ggf. Modulelement	CP	SWS
Kernbereich			
3	Advanced Electronic Packaging	4	3
2	Advanced Robotics	4	3
2	Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsysteme 2	4	3
2	Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsysteme 3 (bis WS 24/25)	4	3
3	Analytische Mechanik (bis SoSe 25)	3	2
3	Antriebssystemtechnik – Bauelemente	4	3
2	Antriebssystemtechnik – Systeme	4	3
2	Automation Systems	4	3
2	Component-based Systems (Modeling and Simulation)	4	3
1	Computational Electromagnetics 1	4	3
2	Digitale Signalverarbeitung/Digital Signal Processing	6	4
2	Empirische u. statistische Modellbildung	4	3
2	Feinbearbeitungstechnologien	3	2
3	Flatness based control (Systemtheorie und Regelungstechnik 3)	4	3
2	Gesellschaftliche Aspekte der Nachhaltigkeit	3	2
3	Grundlagen der Wasserstofftechnologien	4	4
1	Hochfrequenztechnik/High Frequency Engineering	4	3
2	Industrial Robot Control	4	3
2	Industrie 4.0 für Ingenieure	4	3
3	Kontinuumsmechanik	4	3
3	Kinematik, Dynamik und Anwendung in der Robotik	4	3
3	Mensch-Roboter-Kooperation in der industriellen Produktion	4	3
2	Montage und Inbetriebnahme von Kraftfahrzeugen	4	3
1	Leichtbausysteme 1	3	2
2	Leichtbausysteme 2	3	2
3	Machine Dynamics (Maschinendynamik)	4	3
1	Materialien der Mikroelektronik 1	4	3
2	Mechatronic Actuator Systems	4	3
2	Microelectronics II – Manufacturing Processes and CAD for Microelectronics	4	3
3	Microsensors	4	3
3	Montagesystemtechnik	4	3
2	(Maschinelles Lernen für die) Multisensorsignalverarbeitung	4	3
3	Optimization	4	3
1	Rigid-body Dynamics	4	3
1	Spanende und abtragende Fertigungsverfahren	3	2
2	Sustainable Product Engineering (bis SoSe 25)	4	3
3	Sustainable and Circular Production	6	5
1	Sustainable and Circular Products	6	5
3	Sustainable Energy Systems		
2	Systementwicklungsmethodik 2	4	3
2	Systems Design Project 1	6	5
1	Telecommunications I – Digital Transmission & Signal Processing	9	6
2	Telecommunications II – Audio/Visual Communication and Networks	9	6
3	Ur- u. Umformverfahren (bis SoSe 21)	3	2
3	Zuverlässigkeit 1	4	3
Erweiterungsbereich		CP	SWS
3	Actuators and sensors with intelligent material systems 4	4	3
3	AI in Automation (Soft Control)	4	3
2	Antenna Theory 1	5	3
2	Computational Electromagnetics 2	4	3
2	Elektrische Klein- und Mikroantriebe	4	3
2	Elektronische Schaltungen	3	2
1	Elektronische Systeme	3	2
3	Embedded Drive Systems	4	3
3	Experimentelle Mechanik	4	3
2	Finite Elemente in der Mechanik	4	3

Erweiterungsbereich (Fortsetzung)		CP	SWS
1	Grundlagen der Automatisierungstechnik	4	3
2	Hochgeschwindigkeitselektronik/High-Speed Electronics	4	3
2	Magnetische Sensorik	4	3
3	Maschinenelemente und –konstruktion	5	4
1	Materialien der Mikroelektronik 2	4	3
3	Medizinische Messtechnik	4	3
2	Methods of Model-Order Reduction	4	3
3	Mikroelektronik 3	4	3
2	Optimal Control	4	3
3	Neural Networks: Theory and Implementation	9	6
2	Smarte Materialsysteme – hands on	4	3
3	Soft Robotics	4	3
3	Software Engineering	9	6
2	Strömungsmechanik	3	2
1	System identification: learning from data	4	3
3	Systems Design Project 2 (siehe Systems Design Project 1)	6	5
2	Systemtheorie und Regelungstechnik 4/Systems Theory and Control Engineering 4	4	3
2	Technische Produktionsplanung	3	2
2	ZfP in der zerstörenden Prüfung	3	2
2	Zuverlässigkeit 2/Reliability in Electronics	4	3
Wahlbereich		CP	SWS
1	Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsysteme 1	4	3
3	Electromagnetics 3	4	3
2	Electromagnetics 4	4	3
3	Electrotechnical extensions to model order reduction	1	1
3	Future Media Internet – Multimedia Transport – Internet Transport	9	6
2	Laser in Material Processing	5	4
3	Laser in Medicine and Nanobiotechnology	5	4
2	Materialmodellierung	4	3
2	Mikroelektronik 4	4	3
2	Numerische Mechanik	4	3
3	Systeme für die Messung von Gasen	4	3
1	Systeme mit aktiven Materialien 1	3	2
2	Systeme mit aktiven Materialien 2	3	2
3	Systemtheorie und Regelungstechnik 2	5	3
3	Systemtheorie und Regelungstechnik 5/Systems Theorie and Control Engineering 5	4	3
3	Ultrasound Imaging	2	2
Projektseminare und Seminare		CP	SWS
3	Seminare aus Elektronik und Schaltungstechnik	3	2
3	Seminare aus Sprach- und Signalverarbeitung	4-7	2
3	Seminare aus Theoretischer Elektrotechnik	3	2
3	Seminare zur Produktionstechnik	3	2
3	Seminare zu Simulationsmethoden im Maschinenbau	3	2
3	Seminar Digital Data Communications	7	2
3	Seminare zu Materialien der Mikroelektronik	3	2
3	Seminare aus der Messtechnik	3	2
3	Seminar Automatisierungstechnik	3	2
2	Seminar zu Systemtheorie und Regelungstechnik	3	2
3	Seminar zur Produktentstehung	3-6	2-4
3	Seminar zur Antriebstechnik	3	2
3	Seminar zur intelligenten Materialsystemen	3	2
3	Seminar Advanced Electronic Packaging	3	2
3	Seminar Kontinuumsmechanik	3	2
1	Seminar Lasermikroskopie	3	2
3	Seminar Advanced Topics in Automation and Energy Systems	3	2
2	Seminar zu Optimization and Control	3	2

Projektseminare und Seminare (Fortsetzung)		CP	SWS
2	Seminar on Soft Robotics	3	2
3	Praktikum Gasmesstechnik	3	4
3	Praktikum Mikroelektronik	4	4
2	Projektpraktikum Elektromagnetische Strukturen	3	3
3	Projektpraktikum Messtechnik II	3-6	2-4
2	Schaltungsentwicklung	3-6	3-4
	Element Grundlagen	1	1
	Element Projektpraktikum	2-5	2-3
2	Projekt Neural Networks	8	3
3	Projektpraktikum Computational Electromagnetics	3-6	
3	Projektpraktikum Regelungstechnik	3-6	2-4
2	Systems Design Project 1 (siehe Kernbereich)	6	5
3	Systems Design Project 2 (siehe Kernbereich Systems Design Project 1)	6	5
2	Praktikum Mikrointegration + Zuverlässigkeit	4	2-3
3	Projektpraktikum Intelligente Materialsysteme II	3-6	2-4
2	Projektpraktikum Antriebstechnik	3-6	4
3	Feldsimulation elektrischer Maschinen	3	3
3	Projektpraktikum Fertigungstechnik	3-6	
4	Project Seminar Automation and Energy Systems	3-6	2-4
4	Praktikum Netzwerktechnik (Hands on Networking)	6	4
4	Robotermodellierung mit Matlab	3	2
2	Projektseminar Mikroelektronik	3-6	2-4
2	Projektpraktikum Python for Engineers	3	2
3	Projektpraktikum Modeling, Simulation, Optimization and Control	3-6	2-4
3	Projektpraktikum Modellierung, Regelung, Systemidentifikation	3-6	2-4
Organisation und Management		CP	SWS
3	Arbeits- und Betriebswissenschaft	6	4
3	Unternehmensgründung	2	2
3	Gewerbliche Schutzrechte – Schwerpunkt Patentrecht	2	3
3	Technologiemanagement	6	4
3	Experimental Design/Analysis	3	2
3	Digital Entrepreneurship	6	4
Wahlbereich		CP	SWS
3	Tutortätigkeit	≤ 4	≤ 2
Berufspraktische Tätigkeit, Master-Seminar, Master-Arbeit		CP	SWS
3	Berufspraktische Tätigkeit	9	
3	Master-Seminar	12	
4	Master-Arbeit	30	

Name of the module **Advanced Electronic Packaging**					Abbrevation AEP
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
2	**2**	**summer**	**1 Semester**	**3**	**4**

Responsible lecturer Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese

Lecturer(s) Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese

Level of the unit Master Systems Engineering, Kernbereich ICS

Entrance requirements For graduate students: none

Assessment / Exams written or oral exams

Course type / Weekly hours Lecture: 2 weekly hours
Seminar: 1 weekly hour

Total workload Lecture 15 weeks à 2 weekly hours = 30 h
Seminar 15 week à 1 weekly hour = 15 h
self study = 45 h
exam preparation = 30 h

total workload = 120 h

Grading Grade of written or oral exam

Aims/Competences to be developed
Electronic packaging is a vital part in the physical realization of electronic systems. The course focuses on recent developments in the area of electronic packaging. Fundamental academic knowledge in the area of joining technologies and packaging materials will be one part of the lecture. Other chapters include area array components, stacked chips, system in package and green packaging technologies.

Content

- Background of high pincounts
- Electrical and Thermal Issues in Electronic Packaging
- Specific Surfaces and Joining Technologies
- Area Array Components
- Bumping Technologies and Flip-Chip-Packages
- From Ball Grid Array Packages to Chip Size Packages
- Chip Stacking and other System in Package approaches
- Green Packaging Technologies

Additional information

Language: English

Literature: to be announced at the beginning of the course

Modul **Advanced Robotics**					Abk. **AdRo**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Responsible lecturer	Prof. Dr. Ing. Rainer Müller
Lecturer(s)	Prof. Dr. Ing. Rainer Müller und Mitarbeiter
Level of the unit	Master Systems Engineering PS, Kernbereich Master Systems Engineering SAS und RS, Erweiterungsbereich
Entrance requirements	Keine formalen Voraussetzungen
Assessment / Exams	Mündliche/schriftliche Prüfung
Course type / Weekly hours	Vorlesung: 2 SWS, Übung: 1 SWS
Total workload	Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen á 2 SWS 30 h Präsenzzeit Übung 15 Wochen á 1 SWS 15 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung 45 h Klausurvorbereitung 30 h Summe 120 h (4 CP)
Grading	Prüfungsnote

Aims/Competences to be developed

This course deals with advanced topics in robotics. Thereby the process and the tools of developing efficient and intelligent robotics applications are considered. The course covers the topics of integration of sensors, data planning and QM and TM. Furthermore, applications of robots in the automotive and aircraft industry are discussed. An introduction to Artificial Intelligence (AI) with a focus on robotics is given. Moreover, the topic of logistics and its relation to robotics is presented. In this context, the topic of mobile robotics will be addressed. The use of robotics in the environmental and health care field will also be a focus of the lecture. The students will learn the conception and realization of robotics application based on simulation.

The goal is for students to learn how to develop an intelligent robotics application that uses sensory data and AI methods. In addition, the students will learn to use the robotics applications in the field of environmental and health care.

Content

Students are expected to have:

- Knowledge of current topics in robotics
- Knowledge of programming methods in robotics
- Attendance of the lecture Human-Robot Cooperation in Industrial Production is an advantage

At the end of the course, students should be able to:

- Independently solve complex problems in robotics using sensor data and AI methods.
- Identify the different AI methods and their application in the robotics
- Program and set up robotics applications in the simulation environment.
- Identify the structure of a mobile robotic system and its component.
- Understand the kinematic structure and control strategy that can be considered in mobile robotics.

- Program and control a robotic system.
- Have knowledge about the fields and applications targeted by Soft Robots und the relevant materials und strategies.
- Identify the complementarity between humans and robots that makes them suitable for surgical assistance.
- Identify and solve problems in the field of logistics, environmental technology and health care based on the presented methods and concepts in the robotics.

Content

- Sensor technologies in robotics and inspection applications
- Robotics in the automotive and aircraft
- Artificial intelligence in the robotics
- Mobile robots kinematics and control
- Introduction to soft robots and comparison with conventional robots
- Nature inspired soft robotic system
- Specific challenges in disassembly and separation technologies
- Disassembly-friendly connection techniques and planning
- Robotics in a global computer-assisted surgery framework
- Theoretical and practical aspects for the modelling and the simulation of robots
- Deployment of Exoskeletons in industrial application and their control strategies

Additional Information: https://montagesysteme.zema.de/lehre/

Language: englisch

Modul					Abk.
Aktorik und Sensorik mit Intelligenten Materialsysteme 2 (Grundlagen der Modellierung und Simulation von intelligenten Materialsystemen)					**ASiM2**
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	**2**	**Jedes SS**	**1 Semester**	**3**	**4**

Modulverantwortliche/r	Jun.-Prof. Dr. Gianluca Rizzello
Dozent/inn/en	Jun.-Prof. Dr. Gianluca Rizzello
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Systems Engineering • Fächergruppe Integrierte Systeme Master Systems Engineering • Kernbereich der Vertiefung Sensor-Aktor-Systeme • Erweiterungsbereich der Vertiefung IS und RS
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Mündliche Prüfung mit Projektpräsentation
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Vorlesung; 1 SWS Übung
Arbeitsaufwand	Gesamt 120 Stunden, davon • Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden • Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 Stunden • Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung = 45 Stunden • Klausurvorbereitung = 30 Stunden
Modulnote	Note der mündlichen Prüfung und der Übungen

Lernziele/Kompetenzen

Dieser Kurs vermittelt den Teilnehmern ein grundlegendes Verständnis von Aktor- und Sensorsystemen aus intelligenten Materialien. Vier spezifische Arten von intelligenten Materialien werden besprochen, nämlich Formgedächtnislegierungen (FGL), Piezoelektrika (PZT), magnetische Formgedächtnislegierungen (MFLG) und dielektrische Elastomere (DE). Für jedes Material wird zunächst das physikalische Prinzip erörtert und anschließend werden daraus konstitutive Gleichungen abgeleitet, die das dynamische Verhalten des Materials beschreiben. Sobald die Materialmodelle aufgestellt sind, werden sie für die Simulation von Aktor-/Sensorsystemen und die Designoptimierung verwendet. Die theoretischen Vorlesungen werden von Übungen begleitet, in denen die entwickelten Modelle in Matlab/Simulink implementiert und zur Simulation des Verhaltens verschiedener Typen von intelligenten Materialsystemen verwendet werden.

Inhalt

- Überblick über intelligente Materialsysteme
- Modellierungsrahmen auf Basis freier Energie
- Formgedächtnislegierungen (FGL): physikalisches Prinzip, Materialmodellierung, Aktor-/Sensorsystem-Modellierung
- Piezoelektrika (PZT): Physikalisches Prinzip, Materialmodellierung, Aktor-/Sensorsystem-Modellierung
- Magnetische Formgedächtnislegierungen (MFGL): Physikalisches Prinzip, Materialmodellierung, Aktor-/Sensorsystem-Modellierung
- Dielektrische Elastomere (DE): Physikalisches Prinzip, Materialmodellierung, Aktor-/Sensorsystem-Modellierung

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch/Englisch (nach Absprache)
Literaturhinweise: Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden online zur Verfügung gestellt.

Modul					Abk.
Aktorik und Sensorik mit Intelligenten Materialsysteme 3 (bis WS 24/25) (Modellierung und Simulation komplexer intelligenter Materialsysteme)					**ASiM3**
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1, 3	**3**	**Jedes WS**	**1 Semester**	**3**	**4**

Modulverantwortliche/r	Jun.-Prof. Dr. Gianluca Rizzello
Dozent/inn/en	Jun.-Prof. Dr. Gianluca Rizzello
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering • Kernbereich der Vertiefung Sensor-Aktor-Systeme • Kernbereich der Vertiefung Integrierte Systeme
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen, Besuch der LV ASIM 2 ist dringend empfohlen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Mündliche Prüfung mit Projektpräsentation
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Vorlesung; 1 SWS Übung
Arbeitsaufwand	Gesamt 120 Stunden, davon • Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden • Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 Stunden • Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung = 45 Stunden • Klausurvorbereitung = 30 Stunden
Modulnote	Note der mündlichen Prüfung

Lernziele/Kompetenzen

Dieser Kurs vermittelt den Studierenden fortgeschrittene theoretische und numerische Werkzeuge zur Simulation komplexer technischer Systeme, die auf intelligenten Materialien basieren. Es werden zwei spezifische Arten von intelligenten Materialien behandelt, nämlich Formgedächtnislegierungen (FGL) und dielektrische Elastomere (DE). Aufbauend auf den theoretischen Grundlagen, die zuvor in ASIM 2 studiert wurden, in dem nur grundlegende Aktuator-Konfigurationen diskutiert wurden, werden in diesem Kurs komplexere Arten von intelligenten Materialsystemen untersucht. Die untersuchten Systeme decken ein breites Spektrum an realen Smart-Material-Anwendungen ab, das von Protagonist-Antagonist-Aktoren und Robotern bis hin zu weniger konventionellen Geräten wie Lautsprechern, Energy Harvestern und Kühlschränken reicht. Für jede Art von System wird zunächst das Funktionsprinzip diskutiert. Anschließend werden systematische Ansätze zur Ableitung der konstitutiven Gleichungen diskutiert. Auf jede theoretische Vorlesung folgt eine Übungseinheit, in der das entwickelte Systemmodell in Matlab/Simulink implementiert und zur Simulation des komplexen Systemverhaltens verwendet wird.

Inhalt

- Einführung in komplexe intelligente Materialsysteme
- Kurzer Überblick über Aktoren und Sensorsysteme aus Formgedächtnislegierungen (FGL)
- Kurzer Überblick über Aktoren und Sensorsysteme aus dielektrischen Elastomeren (DE)
- Multi-aktuierte intelligente Materialsysteme
- Multiphysikalische intelligente Materialsysteme
- Energieanwendungen von intelligenten Materialsystemen

Weitere Informationen
Unterrichtssprache: Deutsch/Englisch (nach Absprache)
Literaturhinweise: Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden online zur Verfügung gestellt.

Analytische Mechanik (bis SoSe 25)					Abk. **AnMech**
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	**2**	**Jedes SS**	**1 Semester**	**2**	**3**

Modulverantwortliche/r	Diebels	
Dozent/inn/en	Diebels/Ripplinger	
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft, Wahlbereich Master Werkstofftechnik, Wahlbereich Master Systems Engineering, Kernbereich IS	
Zulassungsvoraussetzungen	keine	
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche oder mündliche Prüfung (Bekanntgabe des Modus zu Beginn des Semesters)	
Lehrveranstaltungen / SWS	V2	
Arbeitsaufwand	15 Wochen, 2 SWS Vor- und Nachbereitung, Prüfung Summe	30 h 60 h 90 h (3 CP)
Modulnote		

Lernziele/Kompetenzen

- Beschreibung der Bewegung einzelner Massenpunkte und diskreter Systeme im Rahmen der klassischen Mechanik
- Aufstellen von Bewegungsgleichungen und Bestimmung von Bahngleichungen freier und geführter Körper

Inhalt

- Kinematik des Massenpunktes
- Newtonsche Mechanik: Einzelner Massenpunkt, Massenpunktsysteme
- Lagrangesche Mechanik: Zwangsbedingungen, Generalisierte Koordinaten, Prinzip von d'Alembert, Lagrangesche Gleichungen, Lagrangesche Funktion, Erhaltungsgrößen
- Hamiltonsche Mechanik: Hamiltonfunktion, Hamiltonsche Gleichungen, Hamiltonsches Prinzip

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:
Skript zur Vorlesung

Modul **Antriebssystemtechnik - Bauelemente**					Abk. **ASB**
Studiensem. **1,3**	Regelstudiensem. **1**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich SAS und IS
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete Prüfung (je nach Hörerzahl mündlich oder schriftlich)
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS, Übung: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen á 2 SWS 30 h Präsenzzeit Übung 15 Wochen á 1 SWS 15 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung 45 h Prüfungsvorbereitung 30 h Summe 120 h (4 CP)
Modulnote	Prüfungsnote

Lernziele/Kompetenzen

Aufbau, Wirkungsweise und die übergeordnete Funktion aller wesentlichen Baugruppen eines mechatronischen Antriebssystems werden behandelt. Studierende erwerben theoretische wie praxisorientierte Kenntnisse zum Aufbau mechatronischer Antriebssysteme und schaffen sich darüber wichtige Grundlagen zur Lösung komplexer Antriebsaufgaben.

Inhalt

- Einführung
- Aktoren
- Sensoren
- Mechanische Übertragungselemente
- Elektronische Stellglieder
- Digitale Steuer- und Regeleinrichtung

Weitere Informationen
Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:
Stölting, H.D., Kallenbach, E., Handbuch Elektrische Kleinantriebe, Hanser, München, 2011
Janocha, Hartmut: „Unkonventionelle Aktoren“, Oldenburg, 2010
Krause, W.: Konstruktionselemente der Feinmechanik, Carl Hanser, München, Wien, 2004
Isermann, R.: Mechatronische Systeme – Grundlagen, Springer, 2008

Modul **Antriebssystemtechnik - Systeme**					Abk. **ASS**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Matthias Nienhaus
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Matthias Nienhaus und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich SAS, IS und RS
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen Empfehlung: Diese Lehrveranstaltung ist aufschlussreicher für Teilnehmer, die über Grundlagen der elektrischen Antriebstechnik verfügen und/oder die Lehrveranstaltung Antriebssystemtechnik – Bauelemente besucht haben
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete Prüfung (je nach Hörerzahl mündlich oder schriftlich)
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen á 2 SWS 30 h Präsenzzeit Übung 15 Wochen á 1 SWS 15 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung 45 h Prüfungsvorbereitung 30 h Summe 120 h (4 CP)
Modulnote	Prüfungsnote

Lernziele/Kompetenzen

Der Studierende wird aus Sicht des mechatronischen Systems als Kombination aus elektrischer Antriebs- und Arbeitsmaschine auf die selbständige Erarbeitung antriebstechnischer Problemlösungen vorbereitet. Basierend auf systemtheoretischen Betrachtungen werden sowohl die Regelung als auch die Messung spezifischer Eigenschaften von mechatronischen Antriebssystemen behandelt. In Ergänzung dazu liefert das Kapitel Projektierung mit Praxisbeispielen eine Grundlage für die eigenständige Lösung anspruchsvoller Antriebsaufgaben.

Inhalt

- Einführung
- Grundlagen der Modellbildung und Regelungstechnik
- Mathematische Modellbildung
- Experimentelle Modellbildung
- Steuerung und Regelung
- Qualifizierung und Prüfung
- Projektierung

Weitere Informationen
Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:
Stölting, H.D., Kallenbach, E., Handbuch Elektrische Kleinantriebe, Hanser, München, 2006
Riefenstahl, U.: Elektrische Antriebssysteme, Vieweg+Teubner, 2010
Schröder, D.: Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen, Springer, 2009

Modul **Automation Systems**					Abk. **AS**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey	
Lecturer(s)	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey	
Level of the unit	Master Systems Engineering, Core ICS und RS	
Entrance requirements	No formal requirements	
Assessment / Exams	Graded oral or written exam	
Course type / Weekly hours	2 SWS Lectures; 1 SWS Tutorial	
Total workload	Attendance time lecture	30 h
	Attendance time tutorial	15 h
	Preparation and follow-up	45 h
	Exam preparation	30 h
Grading	Graded exam	

Aims/Competences to be developed

Automation Systems is based on the fundamentals of discrete-event systems and networks. Students will acquire:

- detailed knowledge of describing and designing discrete-event systems for control applications;
- understanding of the specific challenges occurring in distributed (networked) automation systems as well as the knowledge of appropriate methods for the modeling and the analysis of automation networks.

Content:

Logic Control and Networked Automation Systems

- Signals and Communication in Automation Systems
- Introduction to Logic Control
- Design and realization of logic control systems
- Domain specific languages (IEC 61131)
- Formal specification using Petri Nets
- Verification and Validation (V&V)
- Software quality
- Communication in Automation: Real-time and Dependability
- Application: Industrial Ethernet Solutions and CAN-Bus
- Application: Automotive Networks (LIN, CAN, FlexRay, MOST)
- Analysis of Networked Automation Systems
- Design of Distributed Controllers (IEC 61499)

Additional information

Language: Englisch

Literature: Literatur wird in der Vorlesung zur Verfügung gestellt bzw. bekannt gegeben.

Modul **Component-based Systems (Modeling and Simulation)**					Abk. **CbS**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey	
Lecturer(s)	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey und Mitarbeiter/innen	
Level of the unit	Master Systems Engineering, Core IS	
Entrance requirements	No formal requirements	
Assessment / Exams	Graded oral or written exam	
Course type / Weekly hours	2 SWS Lectures; 1 SWS Tutorial	
Total workload	Attendance time lecture	30 h
	Attendance time tutorial	15 h
	Preparation and follow-up	45 h
	Exam preparation	30 h
Grading	Graded exam	

Aims/Competences to be developed

Component-based Systems (Modeling and Simulation) provides an introduction to the modeling of complex multi-domain systems. Students acquire:

- Knowledge in modeling formalisms
- Experience in building and analyzing models
- Capability to work with relevant simulation tools

Content:

- Modeling concepts (ERmodels, OOmodels, component models)
- Modeling of physical systems
- Modeling language Modelica
- Interfacing multi-domain models
- Hybrid (continuous and discrete-event) models

Additional information

Language: English

Literature: Literatur wird in der Vorlesung zur Verfügung gestellt bzw. bekannt gegeben.

Modul **Computational Electromagnetics 1**					Abk. **CEM 1**
Studiensem. **1**	Regelstudiensem. **1**	Turnus **Every WS**	Dauer **1 semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Responsible Lecturer	Romanus Dyczij-Edlinger
Lecturer(s)	Romanus Dyczij-Edlinger
Level of the unit	Master Systems Engineering, Kernbereich ICS
Entrance requirements	None. Recommended: a first course in Electromagnetics (e.g. Theoretische Elektrotechnik)
Assessment/Exams	Written or oral final exam.
Course type / Weekly hours	Computational Electromagnetics 1 Lecture 2 h (weekly) Tutorial 1 h (weekly)
Total workload	Classes: 45 h Private studies: 75 h Total: 120 h
Grading	Final exam

Aims/Competences to be developed
To master selected topics in numerical linear algebra.
To know how to pose linear (initial-) boundary value problems of classical electrodynamics.
To understand the principles of differential and integral equation methods.

Content
Selected topics in numerical linear algebra
Linear (initial-) boundary value problems of classical electrodynamics
Numerical methods

- Finite difference method / finite integration technique
- Finite element method
- Boundary element method

Weitere Informationen Lecture notes (in English), project assignments, old exams, and selected solutions are available online.

Unterrichtssprache: Students may choose between German or English.

Literaturhinweise: See lecture notes.

Name of the module **Digital Signal Processing**					Abbrevation
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
2	**2**	**SS**	**1 Semester**	**4**	**6**

Responsible lecturer	Prof. Dr. Dietrich Klakow
Lecturer(s)	Prof. Dr. Dietrich Klakow
Level of the unit	Master Systems Engineering, Kernbereich ICS Master Language Science and Technology, Elective Course
Entrance requirements	Sound knowledge of mathematics as taught in engineering, computer science or physics is recommended
Assessment / Exams	Written exam at the end of the course
Course type / Weekly hours	Lecture: 2 SWS Tutorial: 2 SWS Tutorials in groups of up to 20 students
Total workload	180 h = 60 h of classes and 120 h private study
Grading	The grade is determined by result of the final exam. A re-exam takes place half a year after the first exam.

Aims/Competences to be developed
The students will get familiar with advanced signal processing techniques in particular those that are relevant to speech processing. There will be practical and theoretical exercises.

Content

- Introduction
- Signal Representation
- Microphone arrays
- Filtering and Smoothing
- Feature Extraction from Speech Signals
- Musical Genre Classification
- Speaker Recognition
- KL-Transform and Linear Discrimant Analysis
- Linear Predictive Coding
- Wiener Filter
- Spectral subtraction

Additional information
Language: English

Literature:
Dietrich W. R. Paulus, Joachim Hornegger “Applied Pattern Recognition”, Vieweg
Peter Vary, Ulrich Heute, Wolfgang Hess “Digitale Sprachsignalverarbeitung”, Teubner Verlag
Xuedong Huang, Hsiao-Wuen Hon “Spoken Language Processing”, Prentice Hall

Bekanntgabe weiterer Literatur jeweils vor Beginn der Vorlesung

Modul **Empirische und statistische Modellbildung**					Abk.
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Bähre
Dozent/inn/en	Bähre
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich PS und SD
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche oder mündliche Abschlussprüfung (Bekanntgabe des Modus zu Beginn der Vorlesung)
Lehrveranstaltungen / SWS	Empirische und statistische Modellbildung - Vorlesung 2 SWS - Übung 1 SWS
Arbeitsaufwand	Vorlesung 15 Wochen, 2 SWS: 30 h Übung, 1 SWS: 15 h Vorbereitung, Nachbereitung, Prüfung: 75 h
Modulnote	Note der schriftlichen bzw. der mündlichen Abschlussprüfung

Lernziele/Kompetenzen
Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Wissen zu Prinzipien und Anwendung empirischer und statistischer Modelle bei ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen. Neben einem Überblick über grundlegende Begriffe und Vorgehensweisen werden Methoden der Datenermittlung und Modellerstellung sowie beispielhafte Anwendungen vermittelt. Die Lehrveranstaltung befähigt die Studenten, verschiedene Methoden zur Erstellung empirischer und statistischer Modelle mit ihren Möglichkeiten und Grenzen zu kennen und auf einzelne ingenieurwissenschaftliche Aufgaben anzuwenden.

Inhalt
Begriffsklärung Empirie, Statistik, Modellierung; statistische Modellbildung; lineare und nichtlineare Regression; Interpolation und Extrapolation; statistische Versuchsplanung; Mustererkennung; künstliche neuronale Netze; Anwendungen in der Fertigungstechnik: Modelle in der Zerspanungstechnik, Prozessüberwachung, Qualitätssicherung, Modellierung und Simulation von Schleifprozessen

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: werden in Vorlesung bekannt gegeben

Modul **Feinbearbeitungstechnologien**					Abk.
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Bähre
Dozent/inn/en	Bähre
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich PS
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche oder mündliche Abschlussprüfung (Bekanntgabe des Modus zu Beginn der Vorlesung)
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung Feinbearbeitungstechnologien 2 SWS
Arbeitsaufwand	Vorlesung 15 Wochen, 2 SWS: 30 h Vorbereitung, Nachbereitung, Prüfung: 60 h
Modulnote	Note der schriftlichen bzw. der mündlichen Abschlussprüfung

Lernziele/Kompetenzen
Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Wissen zu Fertigungsverfahren, die zur Erzeugung präziser Werkstückgeometrien sowie bestimmter Oberflächen- und Randzoneneigenschaften eingesetzt werden. Neben einem Überblick über Verfahren, deren Funktionsprinzipien, Auslegungskriterien und Einsatzbereiche werden Zusammenhänge von Einflussgrößen, Ursachen im Prozess und Wirkungen an Prozesselementen vermittelt. Im Mittelpunkt der vertiefenden Betrachtungen stehen spanende Verfahren mit geometrisch unbestimmter Schneide. Die Lehrveranstaltung befähigt die Studenten, verschiedene Verfahren zur Feinbearbeitung mit ihren Haupteinflussgrößen zu kennen, sowie entsprechend verschiedenen Anforderungen auszuwählen und durch geeignete Parameterwahl anpassen zu können.

Inhalt
Eigenschaften und Anforderungen technischer Oberflächen; Randzonenbeeinflussung durch Fertigungsprozesse; Verfahrensübersicht und Einsatzbereiche; Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide: Abtragsprinzipien, Prozesskenngrößen, Schleifmittel und Werkzeuge, Konditionieren, Schleifen, Honen, Läppen, Finishen; Mikroabtragsverfahren; Entgrat- und Verrundungsverfahren; Verfahren zur Oberflächenbeeinflussung: Rollieren, Glattwalzen, Strahlen, Autofrettage

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: werden in Vorlesung bekannt gegeben

Modul **Flatness-Based Control (Systemtheorie und Regelungstechnik 3)**					Abk. **FS**
Studiensem. **1,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2+1**	ECTS-Punkte **4**

Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Rudolph
Lecturer(s)	Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Rudolph
Level of the unit	Master Systems Engineering, Kernbereich ICS, IS und RS
Entrance requirements	No formal requirements
Assessment/Exams	Oral or written exam
Course type / weekly hours	2 SWS lecture, 1 SWS tutorial
Total workload	Lecture + Tutorial for 15 weeks 45 h Personal studies 60 h Preparation for the exam 15 h = **120 h**
Grading	Result of the exam

Aims / Competences to be developed

Students are able to analyze and to control technological processes modeled as either linear or nonlinear finite-dimensional systems using flatness-based approaches.

Content

A detailed introduction to flatness-based trajectory-tracking control with nonlinear finite-dimensional systems is given. Numerous technological examples illustrate the methods discussed. Specifically, these comprise a nonholonomic car, a gantry crane, electric motors, chemical reactors, a planar vtol aircraft, and several more.

1. Why should we use flatness-based trajectory tracking control?
2. Flat systems definition, inputs, states, flatness in linear systems
3. Flatness-based open-loop control: equilibria, trajectory planning, feedforward control
4. Feedback control: state feedback, exact feedback linearization, stabilization
5. Observers for state estimation
6. Conditions for flatness, defect, and orbital flatness

Additional Information: For current information, see homepage of Prof. Rudolph

Language: English (German if all students agree)

Literature: J. Rudolph, Flatness-Based Control, Shaker Verlag, Düren, 2021.

Exercises and detailed solutions, partly comprising digital simulations, are provided in the tutorial.

This course is equivalent to the former „Systemtheorie und Regelungstechnik 3“, which it replaces.

Modul **Gesellschaftliche Aspekte der Nachhaltigkeit**					Abk.
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **jährlich SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Vielhaber	
Dozent/inn/en	Dozierende der Universität sowie aus außeruniversitären Forschungsinstitute	
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich SSE	
Zulassungsvoraussetzungen	keine	
Leistungskontrollen / Prüfungen	Mündliche oder schriftliche Prüfung	
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Vorlesung	
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung	30 h
	Vor- und Nachbereitung	30 h
	Prüfungsvorbereitung	30 h
	Summe (3 CP)	90 h
Modulnote	Prüfungsnote bzw. Seminarnote	

Lernziele/Kompetenzen
Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen

- Einordnung der naturwissenschaftlich-technischen Aspekte der Nachhaltigkeit in den gesamtgesellschaftlichen Kontext
- Grundlagen rechtlicher, politscher, psychologischer und volkswirtschaftlicher Aspekte der Nachhaltigkeit

Inhalt

- Rechtliche Aspekte der Nachhaltigkeit
- Politische Aspekte der Nachhaltigkeit
- Psychologische Aspekte der Nachhaltigkeit (Akzeptanz, Kommunikation)
- Volkswirtschaftliche Aspekte der Nachhaltigkeit
- Ganzheitliche Nachhaltigkeitsbewertung

Weitere Informationen
Unterrichtssprache: Deutsch/Englisch

Literaturhinweise: Folien zur Vorlesung als PDF-File (zum Download im Internet zugänglich).

Modul **Grundlagen der Wasserstofftechnologien**					Abk.
Studiensem. **1**	Regelstudiensem. **1**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **4**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Rainer Müller
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Rainer Müller Prof. Dr.-Ing. Hartmut Opperskalski Prof. Dr.-Ing. Dirk Bähre Prof. Dr. Gregor Hoogers Dr.-Ing. Dirk Burkhard Christoph Schröder
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering – Kernbereich SSE
Zulassungsvoraussetzungen	Anmeldung (per Mail) erforderlich, Teilnehmerzahl ist auf 30 begrenzt
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche Abschlussprüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	1 Vorlesung: 3 SWS 1 Übung/Praxis: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung 33 h Präsenzzeit Übung/Praxis 11 h Vor- und Nachbereitung 16 h Klausurvorbereitung 60 h Summe 120 h (4 CP)
Modulnote	Abschlussprüfungsnote

Lernziele/Kompetenzen
Studierende verstehen die Grundlagen von Wasserstofftechnologien und den zugehörigen Systemen. Dabei wird ein Überblick entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette gegeben und die dafür notwendigen physikalischen und chemischen Grundlagen vermittelt. Die Studierenden verstehen die verschiedenen Systeme und können diese analysieren und beurteilen. Grundlagen zu Themen wie Materialien, Fertigung und Montage von Wasserstofftechnologien werden vermittelt.

Inhalt
- Einführung in die Wasserstofftechnologien
- Nutzung und Erzeugung von H2
- Elektrochemische und physikalische Grundlagen
- Hochtemperatur-Systeme
- BOP Komponenten
- Systemauslegung I
- Systemauslegung II
- Fertigungstechnik für H2-Komponenten
- Montagesysteme für H2-Komponenten
- Prüfen, Testen und Konditionieren
- Materialien für H2-Systeme
- Ausblick und künftige Entwicklungen

Weitere Informationen

Weitere Informationen. https://montagesysteme.zema.de/lehre/

Unterrichtssprache: deutsch
Literaturhinweise: Bekanntgabe zu Beginn der Vorlesung
Anmeldung: Bekanntgabe rechtzeitig vor Semesterbeginn im Vorlesungsverzeichnis

Name of the module **High Frequency Engineering**					Abbrevation
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
1,3	**1**	**WS**	**1 Semester**	**3**	**4**

Responsible lecturer	Prof. Dr. M. Möller
Lecturer(s)	Prof. Dr. M. Möller
Level of the unit	Master Systems Engineering, Kernbereich ICS
Entrance requirements	For graduate students: none Bachelor level in Electronics and Circuits
Assessment / Exams	Theoretical and practical (CAD examples) exercises • Regular attendance of lecture and tutorial recommended • Final oral exam • A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.
Course type / Weekly hours	Lecture 2h (weekly) Tutorial 1h (weekly)
Total workload	120 h = 45 h classes and 75 h private study
Grading	Final exam mark

Aims/Competences to be developed
Acquiring basic knowledge on fundamental high-frequency and network-theory methods to characterize and model distributed and lumped element networks. Applying these methods to modelling, design and measurement of high-speed circuits. Introduction to general optimization criteria and optimization strategy. To prepare for hands-on training on “RF-circuits and measurement techniques”.

Content
Introduction:
Retardation, Skin-, Proximity-Effect, Signal path lengths, lumped and distributed properties, Interconnect and Transmission Line modelling

• Waves and S-parameters:
Generalised waves, power, reflection, Smith diagram, matching, S-parameters, ABCD-parameters, Signal flow graph methods.

• Network properties:
Tellegen theorem, linearity, reciprocity, symmetry, unitarity, modal network description (differential operation),

• Network measurement methods and components:
time domain reflectometry (TDR), line-coupler, power splitter/divider, Vector Network Analyzer (VNA)
• Electrical Noise
Noise processes, characterization and properties, network models

• Optimization criteria (e.g. noise, phase- and frequency response, linearity, stability, matching CMRR, PSRR, pulse fidelity, eye-diagram)

• Optimization strategy:

Trade-off, degees of freedom (DOF), Introducing DOFs by decoupling, optimization example

Additional information

Used Media: Beamer, blackboard, lecture notes, Computer (CAD examples)

Language: English

Literature:

- Lecture notes
- Hochfrequenztechnik 2, Zinke, Brunswig, 5. Auflage, Springer
- Microwave Engineering, David M. Pozar, 3rd ed., Wiley
- Grundlagen der Hochfrequenzmesstechnik, B. Schiek, Springer
- Rauschen, R. Müller, Springer Related articles from journals and conferences.

Name of the module **Industrial Robot Control**					Abbreviation **IRC**
Semester	Reference Semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
2	**2**	**Every SS**	**1 Semester**	**3**	**4**

Responsible lecturer	Jun.-Prof. Gianluca Rizzello
Lecturer(s)	Jun.-Prof. Gianluca Rizzello and Assistants
Level of the unit	Master Systems Engineering, Kernbereich Robotic Systems
Entrance requirements	Recommended: Kinematik, Dynamik und Anwendung in der Robotik
Assessment / Exams	Oral exam with project presentation
Course type / Weekly hours	2 weekly hours Lectures, 1 weekly hour Tutorials
Total workload	Total workload 120 h, of which • Lectures 15 weeks, 2 weekly hours = 30 h • Tutorials 15 weeks, 1 weekly hour = 15 h • Self study = 45 h • Exam preparation = 30 h
Grading	Graded

Aims/Competences to be developed

This class provides the students with an overview of standard control systems architectures employed in industrial robots. First, established frameworks for kinematic and dynamic modeling of industrial robots will be summarized. Based on the established models, different standard control architectures for robotic systems will be presented. Motion control architectures will be initially discussed, starting from purely kinematic control, and then moving to both decentralized (joint-level) and centralized (joint/task space) dynamic architectures. Architectures to control the interaction between robot and environment will subsequently be discussed, including impedance control, force control, and hybrid position/force control. Finally, camera-based motion control (visual servoing) will be discussed. The theoretical lectures will be accompanied by tutorial sessions, in which the students will be instructed to implement the developed control methods in ROS environment. At the end of the class, the students will be able to understand the main standard architectures used for the control of industrial manipulators, design their own control algorithms for specific target applications, and implement them in state-of-the-art software used in robotics.

Content

- Introduction to industrial manipulators control
- Kinematic and dynamic modeling of robots
- Kinematic control
- Decentralized joint-level position control
- Centralized position control in both joint space and task space
- Control of robot-environment interaction
- Visual servoing

Additional information: None

Language: English

Literature: B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo "Robotics: Modelling, Planning and Control", 3rd Edition, Springer, 2009; lecture notes (slides) and exercises will be distributed during the lecture,

Modul **Industrie 4.0 für Ingenieure**					Abk. **I40Ing**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ing. Rainer Müller
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Ing. Rainer Müller und Mitarbeiter, weitere Professoren aus dem MHI e.V.
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich Produktionssysteme
Zulassungsvoraussetzungen	Anmeldung (per Mail) erforderlich, Teilnehmerzahl ist begrenzt
Leistungskontrollen / Prüfungen	schriftliche Abschlussprüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS Übung / Seminararbeit: 1SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Vorlesungen á 2 SWS 30 h Übung / Ausarbeitung Seminararbeit á 1 SWS 15 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung45 h Klausurvorbereitung 30 h Summe 120 h (4 CP)
Modulnote	Note der schriftlichen Abschlussprüfung

Lernziele/Kompetenzen

Fachbezogen:

- Die Studierenden haben umfangreiche Kenntnisse über Komponenten und Basistechnologien von Industrie 4.0 bekommen
- Sie verstehen die Grundlagen der Industrie 4.0 Thematik und können diese auf reale Problemstellungen anwenden.
- Sie sind mit der Anwendung von Methoden für den Einsatz von I4.0 Technologien vertraut.
- Sie haben einen umfassenden Überblick über die Trends der Thematik und können Fachbegriffe der I4.0 erklären
- Die Studierenden kennen I4.0 Systemlösungen und deren Anwendungsbereich
- Studierende erstellen eine schriftliche Ausarbeitung in einem Projektteam zu einem ausgewählt Thema der Vorlesung und präsentieren dies im Rahmen der Übung zum Abschluss der Vorlesungsreihe

Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

- Die Studierenden sind in der Lage eigenständig passende Ansätze und Lösungsmöglichkeiten für eine gegebene Problemstellung aufzustellen.
- Sie können passende Umsetzungsstrategien zu ihren Ansätzen entwickeln.
- Sie können ihren jeweiligen Lernstand konkret beurteilen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte definieren.

Inhalt

- Einführung (Historie, Ideen, Ziele, Akteure, Potenziale, Kritik, Anwendungen)
- Netzwerk- und Cloud-Technologie
- Software- und Steuerungs-Technologien (Dienste und Agenten)
- IT-Sicherheit (Problem, Ansätze, juristische Aspekte, Zuverlässigkeit)
- Industrierobotik (Intelligenz, Programmierung, Mobilität, Sicherheit, Kooperation)
- Sensorsysteme (Identsysteme, Bildverarbeitung, 3D-Messtechnik)
- Lokalisierung und Navigation
- Simulations- und Programmiertechnologien
- Der Menschen in I4.0 (HMI, VR/AR, Supportsysteme, Ergonomie, Sicherheit)
- Methoden und Referenzarchitekturen für die Systemintegration (Schnittstellen und Standards)
- Anwendungen (Umsetzung, Probleme, Lösungen, Erreichtes)

Weitere Informationen. https://montagesysteme.zema.de/lehre/

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:werden in Vorlesung bekannt gegeben

Modulelement **Kontinuumsmechanik**					Abk. **KonM**
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1,3	**3**	**Jedes WS**	**1 Semester**	**3**	**4**

Modulverantwortliche/r Diebels

Dozent/inn/en Diebels

Zuordnung zum Curriculum
Master Materialwissenschaft, Pflicht
Master Werkstofftechnik, Wahlpflicht
Master Systems Engineering, Kernbereich SD

Zulassungsvoraussetzungen keine

Leistungskontrollen / Prüfungen
Schriftliche oder mündliche Prüfung
(Bekanntgabe des Modus zu Beginn der Vorlesung)

Lehrveranstaltungen / SWS V2 Ü1

Arbeitsaufwand

15 Wochen, 3 SWS	45 h
Vor- und Nachbereitung, Prüfung	75 h
Summe	120 h (4 CP)

Modulnote

Lernziele/Kompetenzen

1. Grundkonzepte der nichtlinearen Kontinuumsmechanik
2. Verständnis der kinematischen Beziehungen
3. Physikalische Erhaltungssätze der Thermomechanik
4. Ansätze zur Materialmodellierung

Inhalt

- Grundkonzepte der Kontinuumsmechanik, materieller Punkt und materieller Körper
- Kinematische Beziehungen: Bewegungsfunktion, Geschwindigkeit, Deformationsgradient, Verzerrungstensoren
- Bilanzgleichungen für Masse, Impuls, Drall, Energie und Entropie in materieller und räumlicher Darstellung
- Prinzipien der Materialtheorie
- Auswertung der Dissipationsungleichung für hyperelastisches Materialverhalten

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:
Skripten zu den Vorlesungen
P. Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials, Springer
R. Greve: Kontinuumsmechanik, Springer

Modul **Kinematik, Dynamik und Anwendung in der Robotik**					Abk. **ROB**
Studiensem. **1,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ing. Rainer Müller
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Ing. Rainer Müller und Mitarbeiter Univ.-Prof. Dr.-Ing. B. Corves
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich PS und RS
Zulassungsvoraussetzungen	Anmeldung (per Mail) erforderlich, Teilnehmerzahl ist begrenzt
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche Abschlussprüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS, Übung: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Vorlesungen á 2 SWS 30 h Präsenzzeit 15 Übungen á 1 SWS 15 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung 45 h Klausurvorbereitung 30 h Summe 120 h (4 CP)
Modulnote	Note der schriftlichen Prüfung

Lernziele/Kompetenzen

- Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Grundlagen der Robotertechnik.
- Die Studierenden sind in der Lage Strukturen von Handhabungsgeräten zu erfassen, zu beschreiben und einer Analyse zuzuführen.
- Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der verschiedenen Handhabungsgeräten und sind in der Lage die für die jeweilige Handhabungsaufgabe passende Gerätestruktur auszuwählen.
- Die Studierenden sind fähig, den Bewegungszustand eines Handhabungsgerätes zu beschreiben und die für die Berechnung der Geschwindigkeiten und Beschleunigungen notwendigen Algorithmen aufzustellen.
- Die Studierenden kennen die Verfahren zur kinematischen Vorwärts- und Rückwärtsrechnung.
- Die Studenten kennen den Unterschied zwischen der dynamischen Vorwärts- und Rückwärtsrechnung.
- Für die zu analysierenden Handhabungsgeräte leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Handhabungsgeräten aus der Industrie zu beantworten und zu lösen.
- Die Studierenden kennen die wichtigsten Komponenten eines Industrieroboters
- Die Studierenden kennen die üblichen Programmierverfahren von Industrierobotern

Inhalt
Struktur von Robotern:

- Strukturen aus offenen kinematischen Ketten
- Strukturen mit geschlossenen kinematischen Ketten
- Auswahl optimaler Strukturen für vorgegebene Handhabungsaufgaben
- Greifer, Greiferaufgaben, Greiferkomponenten
- Antriebe

Kinematik:

- Zugeschnittene Berechnungsverfahren
- Allgemeine Berechnungsverfahren nach Hartenberg/Denavit:
- Hartenberg/Denavit-Notation; Koordinatentransformation;
- Vorwärtsrechnung, Rückwärtsrechnung; Berechnung der Geschwindigkeiten und der Beschleunigungen der Glieder

Dynamik:

- Berechnung der Antriebskräfte und -momente bei vorgegebener Bahn und Belastung
- Berechnung der Bahnabweichungen aufgrund von Elastizitäten der Glieder und Gelenke sowie Begrenzungen der Antriebsleistungen

Handhabungsgeräte in der Montage

- das Handhaben und seine Teilfunktionen
- Vorstellung der Handhabungsgeräte
- ausführliche Darstellung des Aufbaus und Komponenten eines Industrieroboters
-

Programmierverfahren für Industrieroboter

- Online- und Offline-Programmierung
- hybride Programmierung

Bahnplanung und Bahngenerierung

- kinematische Randbedingungen
- Bewegungsarten
- Überschleifen
- mathematische Beschreibung einer Bahn
- Interpolationsverfahren

Systemoptimierung

- Abweichungen zwischen Realität und Simulation
- Steigerung der Positioniergenauigkeit
- Ermittlung der Zusatzlast am Endeffektor
- Optimierung des Geschwindigkeitsverlaufs

Weitere Informationen: https://montagesysteme.zema.de/lehre/

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Skripte zu Vorlesung und Übung

Modul **Mensch-Roboter-Kooperation in der industriellen Produktion**					Abk. **MRK**
Studiensem. **3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ing. Rainer Müller
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Ing. Rainer Müller und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich PS
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche Abschlussprüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS, Übung: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen á 2 SWS 30 h Präsenzzeit Übung 15 Wochen á 1 SWS 15 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung 45 h Klausurvorbereitung 30 h Summe 120 h (4 CP)
Modulnote	Note der schriftlichen Prüfung

Lernziele

Dieser Kurs bietet eine Einführung in die zentralen Themen und die wichtigsten Rechenverfahren in der Robotik, einschließlich Roboterkomponenten und ihrer Funktionen, Modellierung und Steuerung von Roboter-Manipulatoren, Mensch-Roboter-Kooperation, Aufgabenplanung und Sensorsysteme. Im Rahmen der Vorlesung werden die Studierenden die theoretischen Grundlagen der Modellierung, Steuerung und Optimierung von Robotersystemen erlenen.
Das Hauptziel dieser Vorlesung ist es, Studierende auf die berufliche Praxis in der Robotertechnik durch den Einsatz der technischen Fähigkeiten vorzubereiten. Die Studierenden sollten das Grundwissen über Roboter nachweisen und in der Lage sein Roboter in Produktionskonzepte zu integrieren. Sie müssen grundsätzliches Verständnis zu den wichtigsten Roboterbauweisen und verwandten Kinematiken besitzen. Sie müssen Programmiertechniken beherrschen und in der Lage sein den Einsatz von Industrierobotern zu planen.

Lernergebnisse

Von Studierenden wird erwartet:

- Vollständige Kenntnisse der aktuellen Theorien und Entwicklung in der Robotik
- Vollständige Kenntnisse über die Rechenmethoden, Hardware- und Software-Techniken die in der Robotik verwendet werden
- Verpflichtend ist ein Vorbereitungskurs

Am Endes des Kurses sollen die Studenten in der Lage sein:

- Analyse der Aufgaben nach einer Aufgabenstellung, Entwicklung einer Planungsaufgabe und Bestimmung einer passenden Lösung;
- Eine umfassende Grundlage an Fähigkeiten in technischen Kernthemen wie Signalverarbeitung, Modellierung, Steuerung, Beurteilung und Programmierung, die der Schlüssel zum Verständnis komplexer Robotersysteme sind;
- Selbstständiges Erkennen und Formulieren von Problemen bezüglich Steuerungs- und Robotertechniken um in der Lage zu sein mit unten aufgeführten Methoden eine geeignete Analyse durchzuführen;

- Programmieren von Robotern für einfache Aufgaben, abhandeln und analysieren von experimentellen Daten um dann die richtige Aussage zu treffen.

Darüber hinaus wird dieser Kurs Masterstudenten der Universität Luxemburg, der Universität Lüttich in Belgien und der Universität des Saarlandes in Deutschland zusammen bringen. Durch dieses Programm werden die Studierenden nicht nur allgemeine Fähigkeiten in Gruppenarbeiten erwerben, sondern auch erlenen, schnell ein Team aufzubauen und gemeinsame Partnerschaften mit neuen Kollegen in kurzen Zeiträumen einzurichten.

Inhalt

Vorlesung:

PRE-V1: kinematische Strukturen
PRE-V2: Beschreibung nach Denavit-Hartenberg
PRE-V3: Vorwärts- und Rückwärtstransformation
V1: Einleitung, Handhabungstechniken in der Produktion
V2: Basiskomponenten eines Roboters
V3: Steuerungseinheit
V4: Bahnplanung und Programmierung
V5: Mensch-Roboter Kooperation und Sicherheitskonzepte
V6: Aufgabenplanung für kooperative Systeme
V7: Sensorik und Messtechnik
V8: Assistenzsysteme für individuelle Unterstützung
V9: Auswirkung auf das Produktionsumfeld und die Menschen

Übungen:

PRE-Ü1: Bestimmung der Freiheitsgrade, Koordinatentransformation
PRE-Ü2: Denavit-Hartenberg Parameter und Matrizen
PRE-Ü3: Allgemeine und zugeschnittene Kalkulationsmethoden
Ü1: Allgemeine Roboter- und Technologietrends
Ü2: Anlagen, Greifer und Werkzeuge
Ü3: Steuerungsmodellierung
Ü4: Onlineprogrammierung von Robotern
Ü5: Einsatzkonzepte für HRC, Ansatz für die Risikobewertung und Lösungskonzepte für die Sicherheit
Ü6: Offlineprogrammierung, Modellierung und Planungsaufgaben
Ü7: Methoden zur Ermittlung der Position im Raum, schnelle Kalibrierung
Ü8: Fallbeispiele: Individuelle Werkerassistenz
Ü9: Änderungsmanagement

Projekte:

TP1: Übertragbarkeit von offline generierten Programmen
TP2: Assistenzsysteme: Bedienung, Darstellung, Dokumentation
TP3: Produktionsassistenz: Fügeverfahren, gerichtet vom Anwender

Weitere Informationen: https://montagesysteme.zema.de/lehre/

Unterrichtssprache: englisch

Modul **Montage und Inbetriebnahme von Kraftfahrzeugen**					Abk. **MIK**
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ing. Rainer Müller
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Ing. Rainer Müller und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich PS
Zulassungsvoraussetzungen	Anmeldung (per Mail) erforderlich, Teilnehmerzahl ist begrenzt
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche Abschlussprüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS, Übung: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Vorlesungen á 2 SWS 30 h Präsenzzeit 15 Übungen á 1 SWS 15 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung 45 h Klausurvorbereitung 30 h Summe 120 h (4 CP)
Modulnote	Note der schriftlichen Abschlussprüfung

Lernziele/Kompetenzen

Fachbezogen:

- Die Studierenden haben umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der Produkt- und Montagestruktur von Kraftfahrzeugen
- Sie beherrschen das Vorgehen bei der Montageauslegung vom Produkt über den Prozess zu den Betriebsmitteln.
- Sie kennen die einzelnen Aufgaben und Konzepte in Vormontage, Endmontage und Inbetriebnahme eines Kraftfahrzeugs.

Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

- Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.

Inhalt

Einführung in die Automobilmontage

- Bedeutung und Einordnung der Montage in die Automobilproduktion, Aufbau von Serien-Pkw

Vormontage im Überblick

- Modul- und Systemvormontage (Fahrwerk, Getriebe, Motor, Türen, Sitze, Cockpit), Prüf- und Einstelltechnologien

Vormontage des Antriebsstrang und des Fahrwerks

- Montagelinien für Vorder- und Hinterachsen, Schraub- und Einstellanlagen

Endmontage im Überblick

- Struktur und Aufbau der Endmontage, Fördertechnik in der Endmontage

Aufrüstung und Hochzeit

- Werkstückträger in der Aufrüstlinie, Hochzeitsprozess, flexible Fahrwerkverschraubung

Befüllung und Fahrzeugelektronik-Inbetriebnahme und -Prüfung

- Befüllung (Systeme, Befüllprozesse, Befüllanlagen), Inbetriebnahme und Prüfung der Fahrzeugelektronik (Fahrzeugelektroniksysteme, Prozesse, Inbetriebnahme- und Prüfsysteme)

Bandendebereich im Überblick

- Zielstellungen und Aufgabenbereiche nach dem Ende des Montagebandes Systeme, die im Bandendebereich geprüft und in Betrieb genommen werden

Inbetriebnahme und Prüfung im Bandendebereich I

- Systeme: Fahrwerk, Scheinwerfer, FAS und Bremse (Beschreibung der Systeme, Funktionsweisen, Trends)

Inbetriebnahme und Prüfung im Bandendebereich II

- Inbetriebnahme- und Prüfprozesse, Betriebsmittel

Organisation in der Automobilmontage

- Planung, Steuerung, Materialbereitstellung

Trends und zukünftige Entwicklungen in der Automobilmontage

- Auswirkungen der Elektromobilität für die Montagetechnik, Montage von modular aufgebauten Fahrzeugen

Exkursion

Weitere Informationen. https://montagesysteme.zema.de/lehre/

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: werden in Vorlesung bekannt gegeben

Modul **Leichtbausysteme 1**					Abk.
Studiensem. **1,3**	Regelstudiensem. **1**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Hans-Georg Herrmann	
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Hans-Georg Herrmann und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen	
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich SD und SSE Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Vertiefungspflichtmodule Werkstofftechnik	
Zulassungsvoraussetzungen	Keine	
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete Klausur	
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung 2 h (wöchentlich)	
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 2 SWS Vor- und Nachbereitung, Prüfung Summe	30 h 60 h 90 h
Modulnote	Prüfungsnote	

Lernziele/Kompetenzen

Die Teilnehmer lernen die grundlegenden Methoden des Leichtbaus kennen. Sie erwerben darüber hinaus Erfahrungen darin, wie diese auf praktische Probleme anzuwenden sind.

Inhalt

- Grundlagen Leichtbau
- Gestalt- / Werkstoff- / Fertigung- Leichtbau
- Bionischer Leichtbau
- Lebensdauer / ZfP
- Bewertung Kosten/Qualität
- Neue Trends (z.B. für alternative Antriebe)

Weitere Informationen
Unterrichtssprache: Deutsch
Literaturhinweise:

Johannes Wiedemann, "Leichtbau: Elemente und Konstruktion"
Springer | 2006 | ISBN: 3540336567 | 892 pages | PDF | 50,7 MB

Modul **Leichtbausysteme 2**					Abk.
Studiensem. **1,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Hans-Georg Herrmann	
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Hans-Georg Herrmann und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen	
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich SSE Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Vertiefungspflichtmodule Werkstofftechnik	
Zulassungsvoraussetzungen	keine	
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete Klausur	
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung 2 h (wöchentlich)	
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 2 SWS Vor- und Nachbereitung, Prüfung Summe	30 h 60 h 90 h
Modulnote	Prüfungsnote	

Lernziele/Kompetenzen

Die Teilnehmer lernen die erweiterten Methoden und fortgeschrittenen Anwendungen des Leichtbaus kennen.

Inhalt

- Vertiefung Leichtbau-Prinzipien
- Industrielle Anwendungen (z.B. Luftfahrt, Automobil)
- Axiomatic Design
- Lebensdauermanagement
- ZfP-Relevanz für Leichtbaustrukturen

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch
Literaturhinweise:

Johannes Wiedemann, "Leichtbau: Elemente und Konstruktion"
Springer | 2006 | ISBN: 3540336567 | 892 pages | PDF | 50,7 MB

Modul **Machine Dynamics (Maschinendynamik)**					Abk. **MD**
Studiensem. **1,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Responsible lecturer Jun.-Prof. Gianluca Rizzello

Lecturer(s) Jun.-Prof. Gianluca Rizzello

Level of the unit Master Systems Engineering, Kernbereich SD und RS
Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlbereich

Entrance requirements No formal requirements

Assessent / Exams Oral exam

Course type / Weekly hours 2 weekly hours lectures, 1 weekly hour tutorials

Total workload Total workload 120 h , of which

Lectures 15 weeks, 2 weekly hours	30 h
Tutorials 15 weeks, 1 weekly hour	15 h
Self study	45 h
Exam preparation	30 h

Grading Graded

Aims/Competences to be developed

Students will be able to recognize and model phenomena of machine dynamics. They will be able to select modeling approaches that are appropriate for the problem at hand. Students will know how to apply standard analytical solution methods and how these can be effectively supported by numerical software. They will be able to calculate and interpret solutions to equations of motion.

Content

- Introduction to machine dynamics modeling
- Setting up equations of motion based on classical mechanics principles
- Single-mass oscillators
- Two-mass oscillators
- Multi-mass oscillators and modal analysis
- Continuous oscillations
- Vibration isolation
- Applications, e.g., balancing of rotor systems, dampers, and other vibrating mechanisms

Additional information: none

Language: English

Literature: Lecture notes (slides) and exercises will be distributed during the lecture

Modul **Materialien der Mikroelektronik 1**					Abk. **MdM**
Studiensem. **1**	Regelstudiensem. **1**	Turnus **Jedes WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich ICS
Zulassungsvoraussetzungen	keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete Prüfung (Klausur)
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 h Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung = 45 h Klausurvorbereitung = 30 h Gesamtaufwand = 120 h
Modulnote	Klausurnote

Lernziele/Kompetenzen
Physikalische Grundlagen der Materialien der Mikroelektronik, Dielektrika und Ferroelektrika

Inhalt
Allgemeine Grundlagen
- Die Chemische Bindung
  - Ionenbindung, kovalente Bindung,
  - Bindung durch van der Waals Kräfte, Wasserstoff-Brückenbindung, metallische Bindung
- Die Struktur der Materie
  - Paarverteilungsfunktion, Gase, amorphe Festkörper, kristalline Festkörper, Kristallbaufehler,
  - Untersuchung von Oberflächen mit dem AFM
- Weitere allgemeine Festkörpereigenschaften
  - Diffusion, Phononen
- Wellenmechanik der Elektronen im Festkörper
  - Schrödingergleichung, Elektronen in Potentialmulden, Tunneln von Teilchen, STM und Feldionenmikroskop, Kronig Penny Modell, Bandstrukturen, Zustandsdichte, Fermifunktion, Kelvinmethode, effektive Besetzung, Metall-Halbleiter-Isolator

Dielektrische und ferroelektrische Materialien
- Experimentelle Unterscheidung Leiter-Isolator
- Ladungs- und Leitfähigkeitsmessung am Isolator
- Herstellung von Dielektrika, Ferroelektrika und Kondensatoren
- Leitungsmechanismen quasifrei beweglicher Ladungen in Isolatoren
- elektrischer Durchschlag
- Polarisationsmechanismen
- Dipol-Dipol Wechselwirkung
- Ferroelektrika und Piezoelektrika
- Wirkung von Luftspalten

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise:

Vorlesungsunterlagen

G. Fasching	Werkstoffe für die Elektrotechnik
R. E. Hummel	Electronic Properties of Materials
C. Kittel	Einführung in die Festkörperphysik
Kao and Hwang	Electrical Transport in Solids
Mott and Davies	Electronic Processes in Non-Crystalline Materials
Coelho	Physics of Dielectrics
Sze	Physics of Semiconductor Devices
Fröhlich	Theory of Dielectrics
Fothergill and Dissado	Space Charge in Solid Dielectrics
Lines and Glass	Principles and Applications of Ferroelectrics and Related Materials
Uchino	Ferroelectric Devices
Moulson and Herbert	Electroceramics
Burfoot and Taylor	Polar Dielectrics
Strukov and Levanyuk	Ferroelectric Phenomena in Crystals

Name of the module **Mechatronic Actuator Systems**					Abbreviation **MAS**
Semester	Reference Semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
2	**2**	**Every SS**	**1 Semester**	**3**	**4**

Responsible lecturer	Jun.-Prof. Gianluca Rizzello
Lecturer(s)	Jun.-Prof. Gianluca Rizzello
Level of the unit	Bachelor Systems Engineering, Wahlbereich Master Systems Engineering, Kernbereich Sensor-Aktor-Systeme
Entrance requirements	No formal requirements
Assessment / Exams	Oral exam with project presentation
Course type / Weekly hours	2 weekly hours Lectures, 1 weekly hour Tutorials
Total workload	Total workload 120 h, of which • Lectures 15 weeks, 2 weekly hours = 30 h • Tutorials 15 weeks, 1 weekly hour = 15 h • Self study = 45 h • Exam preparation = 30 h
Grading	Graded

Aims/Competences to be developed

This class provides the students with a basic understanding of actuator technologies commonly adopted in mechatronic systems and drives, namely electrostatic, electromagnetic, as well as hydraulic and pneumatic. A generalized modeling framework will be initially presented to describe engineering systems across different physical domains (e.g., mechanical, electrical, magnetic, fluidic). To this end, a port-based modeling perspective will be introduced, which exploits the concept of energy to model the physical interconnection among various sub-systems in a universal and coherent way. Based on the derived framework, basic mathematical models of different types of electrostatic, electromagnetic, and fluidic actuator systems will be derived. In parallel to model development, technological aspects of each class of actuators will be discussed, and the most common physical components and applications will be presented. The theoretical lectures are accompanied by tutorial sessions, in which the students are taught how to implement and simulate the studied models in Matlab/Simulink. At the end of the class, the students will be able to understand the operating principles of the most common types of actuator technologies, to choose the most appropriate one among them for a given application, and to simulate complex mechatronic systems consisting of the interconnection of several components.

Content

- Introduction to mechatronic systems and actuators
- Energy-based modeling framework for interconnected multi-physical systems
- Engineering multi-ports in different physical domains
- Representation and simulation of port-based models for multi-physical systems
- Electrostatic actuators: components and modeling
- Electromagnetic actuators: components and modeling
- Hydraulic actuators: components and modeling
- Pneumatic actuators: components and modeling

Additional information: None

Language: English

Literature: Lecture notes (slides) and excercises will be distributed during the lecture

Modul: **Microelectronics 2 - Manufacturing Processes and CAD for Microelectronics**					Abk.
Studiensem.	Reference semester	Term	Duration	Weeklyhours	Credits
2	**2**	**Jedes SS**	**1 Semester**	**3**	**4**

Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu
Lecturer(s)	Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu
Level of the unit	Master Systems Engineering, Core course ICS
Entrance requirements	None
Assessment / Exams	Exam at the end of semester
Course type / Weekly hours	1 Lecture: 2hrs 1 Tutorial: 1hr
Total workload	Classes Lecture: 15 weeks of 2 hrs:30hrs Classes Tutorial: 14 weeks of 1 hr: 14 hrs Preparation and follow-up work lecture and tutorial:46 hrs Exam preparation: 30 hrs
Grading	Exam grade

Aims/Competences to be developed
Understanding in manufacturing and development processes of integrated digital circuits – CAD and EDA for Microelectronics

Content

- Value chain of manufacturing (waferprocess, assembly, testing)
- Single wafer process steps, housing, analog testing, matching
- Abstraction level in microelectronics (physical, symbolic, functional), Y-tree
- Design flow, design styles
- Tools for design of integrated circuits, integration of tools
- Arithmetic operators
- Logic simulation (higher language, event driven, delay)
- Hardware description language VHDL
- Logicoptimization, technology mapping
- Testing of digital circuits, design for testibility, test pattern, autotest
- Layout: floor-planning, polygone, Pcell/cells, generators, design rules, verification, parasitics, backannotation, matching, place and route, OPC

Additional information
Language: German, optional English
Literature: Script ofthe chair, lecture slides

Name of the module **Microsensors**					Abbrevation
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
1,3	**3**	**WS**	**1 Semester**	**3**	**4**

Responsible lecturer	Prof. Dr. Andreas Schütze
Lecturer(s)	Prof. Dr. Andreas Schütze and teaching assistants from the Lab for Measurement Technology
Level of the unit	Master Quantum Engineering, core area Systems Engineering Master-Studiengang Systems Engineering Wahlpflicht im Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen (Master, ggfs. bereits im Bachelor zu absolvieren)
Entrance requirements	For graduate students: none
Assessment / Exams	Graded seminar talk, oral final exam
Course type / Weekly hours	3 hours per weeks: Lecture 2 h (weekly) Tutorial 0.5 h (bi-weekly) Seminar presentations 0.5 h
Total workload	Classes, tutorial and seminar talks: 45 h Private studies: 25 h Seminar preparation: 25 h Oral exam preparation: 25 h Total: 120 h
Grading	Final grade is determined from grades of oral exam (70%) and seminar talk (30%)

Aims/Competences to be developed

- Students will familiarize themselves with different microsensor principles including specific advantages and disadvantages as well as fundamental limits for measurement uncertainty etc.;
- Students will gain insights into advanced microsensor system solutions including realization, packaging and technological aspects;
- Students learn to assess advantages and disadvantages of various microsensor principles depending on the application.

Contents

- Chemical microsensors
  - Micro and nanostructured metal oxide gas sensors
    - Fundamental sensor principles: resistance change caused by redox reactions on the sensor surface
    - Micromachined gas sensors
    - Nanotechnology for gas sensors
  - Gas-sensitive Field Effect Transistors (GasFET)
    - Fundamentals: Interaction of adsorbates with semiconductors
    - Classic hydrogen FET
    - Micromachined gate structures (suspended/perforated gate), SiC-FETs
  - IR absorption
    - Fundamentals: interaction of light with molecules
    - Microspectrometer solutions

        - IR gas measurement
        - IR microsensors for liquid analysis
- Magnetic microsensors
    - Fundamentals: magnetic fields and magnetic materials
    - Hall sensors
        - Function principle
        - Realization in CMOS technology including signal processing approaches
        - Approaches for multidimensional measurements (vertical hall sensors, integrated magnetic concentrators, pixel cell)
    - Magnetoresistive sensors:
        - Fundamentals of AMR, GMR and TMR sensors incl. manufacturing process
        - Functional improvement through layout optimization and advanced measurement principles
    - Application examples e.g. from the fields of automation, automotive and consumer applications

- Further microsensor principles, realizations and applications are discussed in the frame of the seminar presentation, current topics are proposed, but students can also suggest their own microsensor according to their interests

Additional information

Language: English

Lecture documents (slides) and exercises are available for download (http://www.lmt.uni-saarland.de)

Literature:
(all books can be can be viewed at the Lab for Measurement Technology after consultation)

- accompanying material (class slides, selected publications and book chapters);
- P. Gründler: Chemische Sensoren – eine Einführung für Naturwissenschaftler und Ingenieure, Springer, 2003.
- T.C. Pearce, S.S. Schiffman, H.T. Nagle, J.W. Gardner (eds.): Handbook of Machine Olfaction - Electronic Nose Technology, WILEY-VCH, 2003.
- U. Dibbern: Magnetoresistive Sensors, in: W. Göpel, J. Hesse, J.N. Zemel (Eds.): SENSORS - a comprehensive Survey; Volume 5: Magnetic Sensors, VCH Verlag, 1989.
- R. Popović, W. Heidenreich: Magnetogalvanic Sensors, ebenda
- S. Tumanski: Thin Film Magnetoresistive Sensors, IoP Series in Sensors, 2001.
- T. Elbel: Mikrosensorik, Vieweg Verlag, 1996.
- R.S. Popovic: Hall effect devices, Adam Hilger, 1991.
- Various journal and conference publications.
- Training material from advanced training courses

Modul **Montagesystemtechnik**					Abk. **MST**
Studiensem. **Ba 5, Ma 3**	Regelstudiensem. **Ba 5, Ma 3**	Turnus **Jedes WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ing. Rainer Müller
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Ing. Rainer Müller und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich PS Bachelor Systems Engineering, Fächergruppe Maschinenbau
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche Abschlussprüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS, Übung: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung 12 Wochen á 2 SWS 24 h Präsenzzeit Übung 12 Wochen á 2 SWS 24 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung 48 h Klausurvorbereitung 24 h Summe 120 h (4 CP)
Modulnote	Note der schriftlichen Prüfung

Lernziele/Kompetenzen

- Die Studierenden besitzen einen Überblick über gängige Anwendungsfelder in der industriellen Montage
- Sie entwickeln ein Verständnis für die unterschiedlichen Montageprinzipien
- Sie kennen die verschiedenen Handhabungs- und Greifsysteme
- Sie wissen um den Aufbau und die Funktionsweise von Maschinen und automatisierten Systemen für die Montage
- Sie kennen den Aufbau und die Organisation von Montagesysteme
- Sie beherrschen die Grundlagen des Toleranzmanagements und der Justage
- Die Studierenden erlernen in den Übungen, wie teamorientiertes Projektmanagement in der Auslegung von Montagesystemen funktioniert.

Inhalt

Einführung in die Montagesystemtechnik
- Bedeutung der Montage in der Produktion
- Vorstellung industrieller Anwendungsfelder der Montage

Grundaufgaben der Montagesystemtechnik
- Fügen und Handhaben
- Inbetriebnahme, Sonderoperationen und Hilfsprozesse

Montageplanung und -auslegung
- Vorgehen für die Planung von Montageprozessen
- Orientierung anhand von Produkt, Prozess und Betriebsmittel

Aufbau und Elemente I
- Aufbau eines Montagesystems
- Speicher- und Zuführsysteme

Aufbau und Elemente II
- Transportsysteme
- Werkstückträger

Aufbau und Elemente III
- Prozesstechnik
- Zusatzeinrichtungen

Von der manuellen zur automatisierten Montage I
- Montage von Klein- und Großgeräten
- Produktionshilfe in der manuellen Montage

Von der manuellen zur automatisierten Montage II
- Hybride und automatisierte Montage
- Wandlungsfähige Montagesysteme

Getriebe- und Bewegungstechnik
- Systematisierung von Getrieben und Getriebsynthese
- Vorstellung von Funktionsweise schnelltaktender Systeme/Kurvengetriebe

Flexible Automatisierung durch Industrieroboter
- Komponenten von Robotersystemen
- Bauarten und Arbeitsräume

Toleranzmanagement in der Montage
- Methoden des Toleranzmanagement
- Prüfmittel-, Maschinen- und Prozessfähigkeit

Justagetechniken als Teil der Inbetriebnahme
- Einordnung und Abgrenzung der Inbetriebnahme innerhalb der Montage
- Arten der Justage, aktive und passive Justagemethoden

Weitere Informationen: https://montagesysteme.zema.de/lehre/

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Skripte zu Vorlesung und Übung

Modul **(Maschinelles Lernen für die) Multisensorsignalverarbeitung**					Abk. **ML4MS**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Andreas Schütze

Dozent/inn/en Prof. Dr. Andreas Schütze und Mitarbeiter des Lehrstuhls Messtechnik

Zuordnung zum Curriculum Master Systems Engineering; Kernbereich SAS und RS
Master Quantum Engineering;

Zulassungsvoraussetzungen Keine formalen Voraussetzungen

Leistungskontrollen / Prüfungen
- Bearbeitung von praktischen Übungsaufgaben und Präsentation der Ergebnisse
- Mündliche Prüfung
- Bearbeitung eines Themas aus dem Spektrum der Vorlesung und Präsentation im Rahmen eines Seminarvortrags

Lehrveranstaltungen / SWS Vorlesung Maschinelles Lernen für die Multisensorsignalverarbeitung und begleitendes Seminar, 3 SWS, V2 S1

Arbeitsaufwand

• Vorlesung + Seminarvorträge 15 Wochen 2 SWS	30 h
• Vor- und Nachbereitung	25 h
• Praktische Übungen	5 h
• Eigenständige Bearbeitung eines Themas aus dem Spektrum der Vorlesung	45 h
• Dokumentation und Vortrag	15 h

Modulnote Endnote wird berechnet aus den Teilnoten Übungsaufgabe, mündliche Prüfung und Seminarvortrag (20:30:50)

Lernziele/Kompetenzen
Kennenlernen verschiedener Methoden und Prinzipien für maschinelles Lernen, also Mustererkennung mittels statistischer Methoden, insbesondere für die Signalverarbeitung von Multisensorarrays; Bewertung unterschiedlicher Ansätze und Methoden für spezifische Fragestellungen. Eigenständige Erarbeitung von Methoden zur Signalverarbeitung und Darstellung der Vor- und Nachteile an Hand spezifischer Beispiele.

Inhalt
- Motivation für Multisensorsysteme und für Maschinelles Lernen
- Projektbeispiele zur Orientierung
- Overfitting und Validierungsmethoden:
  - Leave-one-out cross validation (LOOCV)
  - N-fold cross validation
  - Boot strapping
- Merkmalsextraktion und Signalvorverarbeitung
- Statistische Signalverarbeitungsmethoden zur multivariaten Analyse

  - PCA (principal component analysis)
  - LDA (linear discriminant analysis)
  - Regressionsanalyse (PCR, PLSR)
- Support Vector Machines (SVM) und Support Vector Regression (SVR)
- Künstliche neuronale Netze ANN (artificial neural networks):
  - Motivation und Aufbau
  - Lernalgorithmus (backpropagation) und empirische Modifikationen
  - Netzwerkstrukturbildung
  - Rekurrente Netzwerke
- Learning Vector Quantization und Self Organizing Maps
- Novelty Detection: Erkennung von Ausreißern und neuen Zuständen
- Anwendungsbeispiele zur Mustererkennung, qualitativen und quantitativen Auswertung
- Herausforderungen in der Praxis, u.a. domain shift, inbalanced data sets
- Erarbeitung eines individuellen Themas im Rahmen eines Seminarvortrags

Weitere Informationen
Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend im Internet zum Download bereitgestellt; begleitende praktische Übungen werden z.T. an Hand von Rechnersimulationen (Merkmalsextraktion, Vorverarbeitung, SVM/SVR, LDA/PCA, etc.) durchgeführt. Die Vorlesung ist kombiniert mit einem Seminar, in dem die Teilnehmer eigenständig Teilthemen erarbeiten und präsentieren.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:
(alle Bücher können am Lehrstuhl für Messtechnik nach Rücksprache eingesehen werden)

- begleitendes Material zur Vorlesung (http://www.lmt.uni-saarland.de);
- R.O. Duda et. al.: “Pattern Classification”, sec. ed., Wiley-Interscience;
- A. Zell: „Simulation Neuronaler Netze“, R. Oldenbourg Verlag, 2000;
- T. Kohonen: „Self-Organizing Maps“, Springer Verlag, 2001;
- F. Höppner et. al.: „Fuzzy-Clusteranalyse“, Vieweg, 1997;
- H. Ahlers (Hrsg.): „Multisensorikpraxis“, Springer Verlag Berlin, 1997
- T.C. Pearce, S.S. Schiffman, H.T. Nagle, J.W. Gardner (eds.): „Handbook of Machine Olfaction - Electronic Nose Technology“, WILEY-VCH, 2003.
- Diverse Publikationen des Lehrstuhls für Messtechnik

Modul **Optimization**					Abk. **OPT**
Studiensem. **1,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2+1**	ECTS-Punkte **4**

Responsible lecturer	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp
Lecturer(s)	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp
Level of the unit	Master Systems Engineering, Kernbereich RS
Entrance requirements	No formal requirements
Assessment / Exams	Written or oral exam. To be admitted to the exam, a project (during lecture period) has to be successfully finished (i.e. Prüfungsvorleistung)
Course type / Weekly hours	2 SWS lecture, 1 SWS tutorial
Total workload	Lecture + Tutorial for 15 weeks 45 h Personal studies incl. project 60 h Preparation for the exam 15 h = **120 h**
Grading	Result of the exam

Aims/Competences to be developed

Students know central aspects of formal optimization problems and they are able to classify different problem types (linear, nonlinear, convex, multiobjective, etc.). They can list appropriate numerical solution techniques and describe how these algorithms work. Students can apply state-of-the-art optimization software (for gradient-based and derivative-free methods) and interpret the results for academic optimization problems in engineering.

Content

- nonlinear optimization (restricted/unrestricted)
- linear, quadratic, convex problems
- solving optimization problems by gradient based techniques
- evolutionary algorithms
- multiobjective optimization

Additional information: For current information, see homepage of Prof. Flaßkamp

Language: English

Literature: Will be given in class

Modul **Rigid-body Dynamics**					Abk. **RBD**
Studiensem. **1,3**	Regelstudiensem. **1**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2+1**	ECTS-Punkte **4**

Responsible lecturer	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Rudolph
Lecturer(s)	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Rudolph Dr.-Ing. Abdurrahman Irscheid
Level of the unit	Master Systems Engineering, Kernbereich IS
Entrance requirements	No formal requirements
Assessment / Exams	Written or oral exam
Course type / Weekly hours	2 SWS lecture, 1 SWS tutorial
Total workload	Lecture + Tutorial for 15 weeks 45 h Personal studies 60 h Preparation for the exam 15 h = **120 h**
Grading	Result of the exam

Aims/Competences to be developed

Students know central concepts of rigid-body dynamics and they can derive the kinetic and potential energy of rigid-body systems. They are able to use different conventions to describe configurations and they understand advantages and drawbacks of different parameterizations. Students can apply methods from analytical mechanics, such as the Lagrange formalism using minimal coordinates as well as its generalization using redundant coordinates. They can derive model equations for typical engineering problems using parameterizations suitable for simulation and control design. They can choose between appropriate time-discretization schemes for simulating the modeling equations, apply numerical solvers, and interpret the resulting solutions.

Content

- Lagrange formalism and its related problems for minimal parameterizations of the configuration space
- redundant configuration coordinates and nonholonomic velocity coordinates
- generalization of the Lagrange formalism to obtain the equations of motion for rigid-body systems using redundant coordinates
- application to engineering problems (industrial robots, UAVs, autonomous vehicles, biomechanics, etc.)
- variational integrators and numerical methods

Additional information:	For current information, see homepage of Prof. Rudolph
Language:	English
Literature:	Will be given in class

Modul **Spanende und abtragende Fertigungsverfahren**					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1	**1**	**Jedes WS**	**1 Semester**	**2**	**3**

Modulverantwortliche/r	Bähre
Dozent/inn/en	Bähre
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich PS
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche oder mündliche Abschlussprüfung (Bekanntgabe des Modus zu Beginn der Vorlesung)
Lehrveranstaltungen / SWS	Spanende und abtragende Fertigungsverfahren - Vorlesung 2 SWS
Arbeitsaufwand	Vorlesung 15 Wochen, 2 SWS: 30 h Vorbereitung, Nachbereitung, Prüfung: 60 h
Modulnote	Note der schriftlichen bzw. der mündlichen Abschlussprüfung

Lernziele/Kompetenzen
Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Wissen zu spanenden und abtragenden Fertigungsverfahren, insbesondere mit Bezug zur Bearbeitung metallischer Werkstoffe. Neben einem Überblick über Verfahren, deren Funktionsprinzipien, Auslegungskriterien und Einsatzbereiche werden Zusammenhänge von Einflussgrößen, Ursachen im Prozess und Wirkungen an Prozesselementen vermittelt. Im Mittelpunkt der vertiefenden Betrachtungen stehen spanende Verfahren mit geometrisch bestimmter Schneide. Die Lehrveranstaltung befähigt die Studenten, verschiedene spanende und abtragende Fertigungsverfahren mit ihren Haupteinflussgrößen zu kennen, sowie entsprechend verschiedenen Anforderungen auszuwählen und durch geeignete Parameterwahl anpassen zu können.

Inhalt
Überblick und Einsatzbereiche trennender Fertigungsverfahren; Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide, u.a. Drehen, Bohren, Reiben, Senken, Fräsen, Hobeln, Stoßen, Räumen; Geometrie und Kinematik der Spanentstehung; Spanart und Spanform; Kräfte, Leistung und Wärme; Standkriterien und Verschleiß; Werkzeuge und Schneidstoffe; Zerspanbarkeit; Kühlschmierstoffe; Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide; elektrochemisches Abtragen; Funkenerosion

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: werden in Vorlesung bekannt gegeben

Modul **Sustainable Product Engineering (bis SoSe 25)**					Abk. **SPE**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Michael Vielhaber
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Michael Vielhaber und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich PS und SD
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Projektarbeit, mündliche oder schriftliche Prüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Vorlesung; 1 SWS Übung
Arbeitsaufwand	Gesamt 120 Stunden, davon • Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden • Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 Stunden • Vor- u. Nachbereitung Vorlesung u. Übung = 15 Stunden • Transfer auf Projektaufgabe = 40 Stunden • Prüfungsvorbereitung = 20 Stunden
Modulnote	Prüfungsnote

Lernziele/Kompetenzen
Die Studierenden erwerben ein Verständnis für Nachhaltigkeitsaspekte der Produktentstehung sowie die erforderlichen Kompetenzen zu ihrer Umsetzung.

Die Studierenden entwickeln ein Bewusstsein für die Verantwortung der Produktentwicklung für die Gestaltung der Produkte, des Lebensumfeldes und der Umwelt für eine nachhaltige Zukunft.

Inhalt
- Grundlagen:
  - Produktentstehung/-entwicklung
  - Nachhaltigkeit
  - Gesetze, Normen, Richtlinien
- Umweltmanagement, Umweltmanagementsysteme
- EcoDesign:
  - Ziele, Rolle, Gesamtkonzept
  - Transparenzmethoden: Energiebilanzierung, Carbon Footprinting, Ökobilanzierung, Nachhaltigkeitsanalyse
  - Methoden und Werkzeuge
- Interdisziplinäre Nachhaltigkeitswissenschaften

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: i.d.R. Deutsch, ggf. tw. Englisch
Literaturhinweise: Unterlagen zu den Vorlesungen, weiterführende Literaturhinweise der Dozenten

Modul **Sustainable and Circular Production**					Abk. **SCP**
Studiensem. **3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **5**	ECTS-Punkte **6**

Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. Dirk Bähre
Lecturer(s)	Prof. Dr.-Ing. Dirk Bähre und Mitarbeiter
Level of the unit	Master Systems Engineering, Kernbereich SSE Master Sustainable Materials and Engineering
Entrance requirements	None
Assessment / Exams	Individually graded exams
Course type / Weekly hours	Lecture: 2 SWS Project Seminar: 3 SWS
Total workload	Attendance time lecture 30 h Preparation and follow-up, exam preparation 60 h Project work and lecture 90 h Sum (6 CP) 180 h
Grading	Evaluation of project presentation and examination grade

Aims/Competences to be developed

After completing this module, students have the following skills

- Basic understanding of sustainable production design
- Sustainability assessment of production concepts, procedures, processes and facilities
- Sustainable reorganization and redesign of productions

Exemplary implementation of the acquired skills in an independent project work

Content

- Production planning and development
- Manufacturing and production processes and their sustainability effects
- Sustainability assessment
- Sustainable reorganization and redesign

Additional information

Language of instruction: English

Literature: Documents for the lectures, further literature references from the lecturers

Modul **Sustainable and Circular Products**					Abk. **SCP**
Studiensem. **1**	Regelstudiensem. **1**	Turnus **Jedes WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **5**	ECTS-Punkte **6**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Michael Vielhaber
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Michael Vielhaber und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich SSE
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen, empfohlen Sustainable and Circular Engineering (Ba Systems Engineering)
Leistungskontrollen / Prüfungen	Projektarbeit und -vortrag, mündliche oder schriftliche Prüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Vorlesung; 3 SWS Projektseminar
Arbeitsaufwand	Gesamt 90 Stunden, davon • Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden • Vor- u. Nachbereitung, Prüfungsvorbereitung 60 Stunden • Projektarbeit und -vortrag 90 Stunden
Modulnote	Bewertung Projektarbeit und Prüfungsnote

Lernziele/Kompetenzen
Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Grundverständnis Nachhaltigkeit (Definitionen, 3 Dimensionen), Grundverständnis Circular Economy/Kreislaufwirtschaft, sowie Grundkenntnisse zur wissenschaftlichen Bewertung/Analyse der Nachhaltigkeit von Produkt- und Systemkonzepten und -lösungen
- Kenntnis und Anwendung von Konzepten und Methoden zur Synthese und Gestaltung von Produkten, Systemen und Geschäftsmodellen unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft
- Exemplarische Umsetzung der Synthesekompetenzen in einer eigenständigen Projektarbeit

Inhalt

- Grundlagen:
  - Produktentstehung/-entwicklung
  - Nachhaltigkeit
  - Gesetze, Normen, Richtlinien
  - Nachhaltigkeitsanalyse
- Überblick über Synthesemethoden: nachhaltigkeitsorientierte Gestaltung von Produkten, Systemen und Geschäftsmodellen
- Design for Sustainability
- EcoDesign
- Design for Social Sustainability
- Design for Economic Sustainability
- Design for Circularity

Begleitende Projektarbeit

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: i.d.R. Deutsch
Literaturhinweise: Unterlagen zu den Vorlesungen, weiterführende Literaturhinweise der Dozenten

Modul **Sustainable Energy Systems**					Abk.
Studiensem. **3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey
Lecturer(s)	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey
Level of the unit	Master Systems Engineering, Kernbereich SSE
Entrance requirements	None
Assessment / Exams	Graded exam
Course type / Weekly hours	Lecture: 2 SWS
Total workload	Attendance time lecture 30 h Preparation and follow-up, exam preparation 60 h Sum (3 CP) 90 h
Grading	Graded exam

Aims/Competences to be developed
Students gain knowledge in technologies used in sustainable energy systems. They are informed about pros and cons and able to select suitable solutions under given conditions

Content

- Overview Energy Systems (Producers/Users/Prosumers)
- Sustainable Technologies
  - Renewable Sources (Solar, Wind, Hydro, …)
  - Storage Technologies for Electricity (Batteries, H2, …)
  - Thermal Systems (HP, Thermal Storage)
- For all technologies we have a look at
  - Basic principles
  - (Simplified) Mathematical Models (incl. Exercises with Modeling and Simulation Tools)
  - Availability (spatial and temporal)
  - Sustainability (Needed raw Materials, Longevity, Recycling, Re-Use)
- Additionally, we look at regulatory and political side conditions

Additional information
Language of instruction: English

Literature: Will be announced/distributed in the course

Modul **Systementwicklungsmethodik 2 (Systems Design Methodology 2)**					Abk.
Studiensem. **1**	Regelstudiensem. **1**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing.M. Vielhaber
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing.M. Vielhaber u. Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich]	Master Systems Engineering, Kernbereich Production Systems, Kernbereich System Design
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Prüfungsvorleistung, mündliche/schriftliche Abschlussprüfung
Lehrveranstaltungen / SWS [ggf. max. Gruppengröße]	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 Stunden Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung = 45 Stunden Klausurvorbereitung = 30 Stunden
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Die Studierenden erwerben ein vertieftes Verständnis in den Bereichen des Systems Engineering und der Produktentwicklungsmethodik, insbesondere Kenntnisse bzgl.

- Methodiken und Methoden des Systems Engineering und der Produktentwicklung
- Querschnittsthemen der Produktentwicklung (Organisation, Qualität, Kosten, Nachhaltigkeit, IT)

Inhalt

- Entwicklungsmethodiken im Vergleich
- Systems Engineering: Technische, projektbezogene und unterstützende Prozesse
- Produktentwicklung vs. Produktionsentwicklung
- Entwicklungsmanagement
  - Technologiemanagement
  - Innovationsmanagement
    - Wissensmanagement
  - Entwicklungsorganisation
    - Entwicklungsprojektmanagement
- Produktentwicklung und Qualität
- Produktentwicklung und Kosten
- Produktentwicklung und Nachhaltigkeit
- Virtuelle Entwicklung

Weitere Informationen

- Inhaltliche Voraussetzung: Systementwicklungsmethodik 1 oder vergleichbare Kenntnisse
- Unterrichtssprache: i.d.R. Deutsch, ggf. tw. Englisch
- Literaturhinweise: Unterlagen zu den Vorlesungen, weiterführende Literaturhinweise der Dozenten

Modul **Systems Design Project 1/ Systems Design Project 2**					Abk.
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **2,3**	Turnus **SS/WS**	Dauer **1-2 Semester**	SWS **5+5**	ECTS-Punkte **6+6**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing.M. Vielhaber
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing.M. Vielhaber u. Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich]	Master Systems Engineering, Kernbereich SD
Zulassungsvoraussetzungen	Je nach Projektaufgabe: Systems Design Project 1 Voraussetzung für Systems Design Project 2. Inhaltliche Voraussetzung: Systementwicklungsmethodik 1 und 2 oder vergleichbare Kenntnisse
Leistungskontrollen / Prüfungen	Prüfungsvorleistung, Projektpräsentation und -bericht, mündliche/schriftliche Abschlussprüfung
Lehrveranstaltungen / SWS [ggf. max. Gruppengröße]	Je Semester: Vorlesung: 1 SWS, Übung/Seminar: 4 SWS Min./max. Gruppengröße projektaufgabenabhängig
Arbeitsaufwand	Je Modulelement: Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 1 SWS = 15 Stunden Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung = 15 Stunden Projektarbeit = 120 Stunden
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Die Studierenden transferieren die Lerninhalte der Veranstaltungen Systementwicklungsmethodik 1 u. 2 auf fiktive oder reale industrielle Aufgabenstellungen

Inhalt

Das Modul besteht aus den Modulelementen:
- Systems Design Project 1 (Conceptual Design)
- Systems Design Project 2 (Detail Design)

Beide Modulelemente können ggf. auch unabhängig belegt werden.

System Design Project 1 (Conceptual Design):
- Projektmanagement
- Anforderungsmanagement
- Funktionsmodellierung
- Lösungsfindung und -auswahl
- Konzeptentwurf
- Konzeptabsicherung

System Design Project 2 (Detail Design):
- Projektmanagement
- Domänenspezifische Konzeptdetaillierung und -ausarbeitung
- Systemintegration
- Qualitätsmanagement
- Kostenmanagement
- Absicherung
- Prototypenbau

Weitere Informationen

- Inhaltliche Voraussetzung: Systementwicklungsmethodik 1 und 2 oder vergleichbare Kenntnisse
- Unterrichtssprache: Deutsch
- Literaturhinweise: Unterlagen zu den Vorlesungen, weiterführende Literaturhinweise der Dozenten

Modul **Telecommunications I – Digital Transmission, Signal Processing**					Abk. **TCI/DTSP**
Studiensem. **1**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Mind. einmal in 2 Jahren (WS)**	Dauer **1 Semester**	SWS **6**	ECTS-Punkte **9**

Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet
Lecturer(s)	Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet
Level of the unit	Master Systems Engineering, Kernbereich ICS Bachelor Informatik Master Informatik, Master Embedded Systems
Entrance requirements	The lecture requires a solid foundation of mathematics (differential and integral calculus) and probability theory. The course will, however, refresh those areas indispensably necessary for telecommunications and potential intensification courses and by this open this potential field of intensification to everyone of you.
Assessment / Exams	Regular attendance of classes and tutorials Passing the final exam in the 2nd week after the end of courses. Eligibility: Weekly exercises / task sheets, grouped into two blocks corresponding to first and second half of the lecture. Students must provide min. 50% grade in each of the two blocks to be eligible for the exam.
Course type / Weekly hours	Lecture 4 h (weekly) Tutorial 2 h (weekly)
Total workload	270 h = 90 h of classes and 180 h private study
Grading	final exam mark

Aims/Compentences to be developed
Digital Signal Transmission and Signal Processing refreshes the foundation laid in "Signals and Systems". Including, however, the respective basics so that the various facets of the introductory study period (Bachelor in Computer Science, Vordiplom Computer- und Kommunikationstechnik, Elektrotechnik or Mechatronik) and the potential main study period (Master in Computer Science, Diplom-Ingenieur Computer- und Kommunikationstechnik or Mechatronik) will be paid respect to.

Content
As the basic principle, the course will give an introduction into the various building blocks that modern telecommunication systems do incorporate. Sources, sinks, source and channel coding, modulation and multiplexing are the major keywords but we will also deal with dedicated pieces like A/D- and D/A-converters and quantizers in a little bit more depth.
The course will refresh the basic transformations (Fourier, Laplace) that give access to system analysis in the frequency domain, it will introduce derived transformations (z, Hilbert) for the analysis of discrete systems and modulation schemes and it will briefly introduce algebra on finite fields to systematically deal with error correction schemes that play an important role in modern communication systems.

Additional information
Language: English

Literature:
Will be announced before the start of the course on the course page in the internet

Modul **Telecommunications II – Audio Visual Communication & Networks**					Abk. **TCII/AVCN**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **2-jährlich (SS)**	Dauer **1 Semester**	SWS **6**	ECTS-Punkte **9**

Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet
Lecturer(s)	Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet
Level of the unit	Master Systems Engineering, Kern- bzw. Erweiterungsbereich ICS Bachelor Informatik Master Informatik
Entrance requirements	Solid foundation of mathematics (differential and integral calculus) and probability theory. The course will build on the mathematical concepts and tools taught in TC I while trying to enable everyone to follow and to fill gaps by an accelerated study of the accompanying literature. "Signals and Systems" as well as "TC I - Digital Transmission and Signal Processing" are strongly recommended but not required.
Assessment / Exams	Regular attendance of classes and tutorials Passing the final exam. Oral exam directly succeeding the course. Eligibility: Weekly excersises / task sheets, grouped into two blocks corresponding to first and second half of the lecture. Students must provide min. 50% grade in each of the two blocks to be eligible for the exam.
Course type / Weekly hours	Lecture 4 h (weekly) Tutorial 2 h (weekly)
Total workload	270 h = 90 h of classes and 180 h private study
Grading	final exam mark

Aims/Competences to be developed
AVCN will deepen the students' knowledge on modern communications systems and will focus on wireless systems.

Since from a telecommunications perspective the combination of audio/visual data – meaning inherently high data rate and putting high requirements on the realtime capabilities of the underlying network – and wireless transmission – that is unreliable and highly dynamic with respect to the channel characteristics and its capacity – is the most demanding application domain.

Content
As the basic principle the course will study and introduce the building blocks of wireless communication systems. Multiple access schemes like TDMA, FDMA, CDMA and SDMA are introduced, antennas and propagation incl. link budget calculations are dealt with and more advanced channel models like MIMO are investigated. Modulation and error correction technologies presented in Telecommunications I will be expanded by e.g. turbo coding and receiver architectures like RAKE and BLAST will be introduced. A noticeable portion of the lecture will present existing and future wireless networks and their extensions for audio/visual data. Examples include 802.11n and the terrestrial DVB system (DVB-T2).

Additional information
Language: English

Literature: Will be announced before start of the course on the course page in the internet.

Modul **Ur- und Umformverfahren (bis SoSe 21)**					Abk.
Studiensem. **3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Bähre
Dozent/inn/en	Bähre
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich PS
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche oder mündliche Abschlussprüfung (Bekanntgabe des Modus zu Beginn der Vorlesung)
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung Ur- und Umformverfahren 2 SWS
Arbeitsaufwand	Vorlesung 15 Wochen, 2 SWS: 30 h Vorbereitung, Nachbereitung, Prüfung: 60 h
Modulnote	Note der schriftlichen bzw. der mündlichen Abschlussprüfung

Lernziele/Kompetenzen
Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Wissen zu ur- und umformenden Fertigungsverfahren, insbesondere mit Bezug zur Bearbeitung metallischer Werkstoffe. Neben einem Überblick über Verfahren, deren Funktionsprinzipien, Auslegungskriterien und Einsatzbereiche werden Zusammenhänge von Einflussgrößen, Ursachen im Prozess und Wirkungen an Prozesselementen vermittelt. Die Lehrveranstaltung befähigt die Studenten, verschiedene Ur- und Umformverfahren mit ihren Haupteinflussgrößen zu kennen, sowie entsprechend verschiedenen Anforderungen auszuwählen und durch geeignete Parameterwahl anpassen zu können.

Inhalt
Überblick und Einsatzbereiche ur- und umformender Fertigungsverfahren; Urformen aus dem schmelzflüssigen Zustand; Einflüsse und Wirkzusammenhänge beim Gießen; Gießen in Dauerformen; Gießen mit verlorenen Formen; Bereitstellung der Schmelze; Nachbearbeitung von Gußstücken; Formänderung metallischer Werkstoffe; Schmieden; Ziehen; Walzen; Biegen; Blechumformung

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: werden in Vorlesung bekannt gegeben

Modul **Zuverlässigkeit 1**					Abk.
Studiensem. **1,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kernbereich SAS
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete schriftliche oder mündliche Prüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 h Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 h Vor- und Nachbearbeitung = 45 h Prüfungsvorbereitung = 30 h Gesamtaufwand = 120 h
Modulnote	Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung

Lernziele/Kompetenzen
Das Ziel der Lehrveranstaltung besteht darin, die Studierenden in den Begriff der technischen Zuverlässigkeit einzuführen und grundlegende stochastische Bewertungsmethoden zu vermitteln. Mit Bezug zu elektronischen Aufbauten sollen den Studierenden die spezifischen physikalischen Degradationsmechanismen, Prüftechniken sowie Simulationsmethoden nahegebracht werden.

Inhalt
- Einführung in Begriff und Wesen der Zuverlässigkeit als technische Spezialdisziplin
- Stochastische Methoden zur Bewertung der Zuverlässigkeit
- Physikalische Fehlermechanismen in elektronischen Aufbauten
- Experimentelle Ermittlung von Zuverlässigkeitskennwerten
- Bewertung der Zuverlässigkeitseigenschaften durch Simulationsmethoden
- Lebensdauerprognostik

Weitere Informationen
Unterrichtssprache: deutsch
Literaturhinweise: Bekanntgabe zu Beginn der Vorlesung

Name of the module **Actuators and sensors with intelligent material systems 4** (Control and Self-Sensing of Intelligent Material Systems)					Abbreviation **ASiM 4**
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
1, 3	**3**	**Every WS**	**1 Semester**	**3**	**4**

Responsible lecturer	Jun.-Prof. Dr. Gianluca Rizzello
Lecturer(s)	Jun.-Prof. Dr. Gianluca Rizzello
Level of the unit	Master Systems Engineering • Erweiterungsbereich of Sensor-Aktor-Systeme • Erweiterungsbereich of Integrierte Systeme
Entrance requirements	For graduate students: none, attendance of ASIM 2 is recommended
Assessment / Exams	Oral exam with project presentation
Course type / Weekly hours	2 weekly hours Lectures, 1 weekly hour Tutorials
Total workload	Total workload 120 h, of which • Lecture 15 weeks, 2 weekly hours = 30 h • Seminar 15 week, 1 weekly hour = 15 h • Self study = 45 h • Exam preparation = 30 h
Grading	Grade of the oral exam

Aims/Competences to be developed

This class provides the students with engineering tools needed to design control systems and self-sensing architectures for smart material actuators. Two specific types of smart materials are discussed, namely Shape Memory alloys (SMA), and Dielectric Elastomers (DE). First, major control issues of smart material actuators are discussed, and the benefits of feedback control architectures are highlighted. Control-oriented model representation for such actuators are then developed, based on the theory previously studied in ASiM 2. After briefly summarizing basic theoretical results from control theory, a number of position control architectures are discussed, ranging from simple Proportional-Integral-Derivative (PID) controllers to more advanced nonlinear strategies for trajectory tracking and nonlinearity compensation. Aspects related to the digital implementation of the control systems are also discussed. Finally, self-sensing architectures for various types of smart materials are presented. The theoretical lectures are followed by tutorial sessions, in which the students are taught how to implement the studied control strategies in Matlab/Simulink.

Content

- Overview of smart material actuators and their limitations in dynamic applications
- Modeling of smart material systems
- Mathematical tools for the analysis and design of control systems
- Classical requirements and specifications of control systems
- Set-Point regulation and PID control
- Trajectory tracking
- Nonlinear control techniques for smart material systems
- Digital controller implementation
- Self-sensing and sensorless control

Additional information
Language: English
Literature: Lecture notes (slides) and exercises will be distributed online.

Modul **AI in Automation (Soft Control)**					Abk. SC
Studiensem. **1,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey	
Lecturer(s)	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey and Dr.-Ing. Daud Mustafa Minhas	
Level of the unit	Master Systems Engineering, Enhancement Produktionssysteme	
Entrance requirements	No formal requirements	
Assessment / Exams	Graded exam	
Course type / Weekly hours	2 SWS Lecture; 1 SWS Tutorial	
Total workload	Attendance time lecture	30 h
	Attendance time tutorial	15 h
	Preparation and follow-up	45 h
	Exam preparation	30 h
Grading	Graded exam	

Aims/Competences to be developed

Students will know about different soft computing technologies used in automation systems. They will know application areas including modeling as well as supervision, optimization and control. Students will evaluate the advantages and limitations of soft computing approaches compared to traditional automation techniques. They will be able to apply these methodologies using standard software tools, particularly Matlab/Simulink, and Python.

Content:

Computer Aided Methods in Automation

- Fuzzy Systems
  Application: Fuzzy Control (FC)
- Linear Regression
  Application: Model Identification, Visualization, and Regression
- Logistic Regression
  Application: Model Identification, Visualization, and Classification
- Neural Networks (NN)
  Application: Model Identification, TinyML
- Decision Trees (DT) and Random Forest (RF)
  Application: Model Identifcation, Visiualization, and Classification
- Genetic Algorithms (GA), Simulated Annealing (SA), Differential Evolution (DE)
  Application: Stochastic Optimization
- Practical Experiences with the presented methods using Matlab/Simulink and Python

Additional information

Language: Englisch

Literature: Literatur wird in der Vorlesung zur Verfügung gestellt bzw. bekannt gegeben.

Modul **Antenna Theory 1**					Abk. **ANT1**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **5**

Modulverantwortliche/r Romanus Dyczij-Edlinger

Dozent/inn/en Romanus Dyczij-Edlinger (Vorlesung) und Mitarbeiter (Übung)

Zuordnung zum Curriculum Vertiefungsveranstaltung Master Computer- und Kommunikationstechnik
Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich ICS

Zulassungsvoraussetzungen
DE: Keine. Studierende sollten eine Vorlesung über elektromagnetische Felder gehört haben.
EN: None. Students are expected to have taken a course in electromagnetic fields.

Leistungskontrollen / Prüfungen
DE: Aufgaben und mündliche Prüfung
EN: Homework and oral exam

Lehrveranstaltungen / SWS
DE: Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
EN: Lectures (2 SWS) and recitations (1 SWS)

Arbeitsaufwand

DE:	EN:	
Vorlesung	Lectures	15 x 2h = 30h
Übung	Recitations	15 x 1h = 15h
Heimarbeit	Homework	15 x 5h = 75h
Prüfungsvorbereitung	Exam preparation	30h
SUMME	SUM	150h

Modulnote
DE: Aufgaben 30%, Prüfung 70%
EN: Homework 30%, Exam 70%

Lernziele/Kompetenzen

DE: Beherrschung der theoretischen Grundlagen von Antennen.
Kenntnis der Fachausdrücke zur Charakterisierung von Antennen.
Verständnis der Funktionsweise üblicher Antennenklassen und der Unterschiede zwischen ihnen.
Die Fähigkeit, für eine gegebene Anwendung die geeignete Art von Antenne zu wählen.
Beherrschung von Methoden zur quantitativen Auslegung von Antennen.
Elementares Wissen über Antennenmesstechnik.

EN: To master the theoretical foundations of antennas.
To know the standard terms for characterizing antennas.
To understand the working principles of and differences between widely used classes of antennas.
To be able to choose the proper type of antenna for a given application.
To master methods for quantitative antenna design.
To have a basic knowledge of antenna measurement techniques.

Inhalt:

DE: Theoretische Grundlagen; Definitionen und Terminologie; Übertragungsstrecke; Antennenklassifikation; Drahtantennen; Aperturantennen; Mikrostreifenleiterantennen; Gruppenstrahler; Reflektorantennen; Breitband- und frequenzunabhängige Antennen; Ansteuernetzwerke; Antennenmesstechnik; fortgeschrittene Theorie.

EN: Theoretical foundations; definitions and terminology; radio channel; antenna classification; wire antennas; aperture antennas; microstrip antennas; antenna arrays; reflector antennas; broadband

and frequency-independent antennas; feeding networks; antenna measurements; advanced theory.

Weitere Informationen:
DE: Skript in englischer Sprache ist auf www.lte.uni-saarland.de erhältlich (Kennwort-geschützt).
EN: Lecture notes in English are available from www.lte.uni-saarland.de (password protected).

Unterrichtssprache:
DE: Studierende können zwischen Deutsch und Englisch wählen.
EN: Students may choose between English and German.

Literaturhinweise:
C. Balanis, Antenna Theory: Analysis and Design. 3rd edition. John Wiley & Sons, 2005.
J. Kraus, Antennas. 3rd edition. McGraw-Hill, 2001.
R. Elliot, Antenna Theory and Design. Revised edition. Wiley-IEEE Press, 2003.
R. Collin, Antennas and Radiowave Propagation. 4th edition. McGraw-Hill, 1985.
K. Klark, Antennen und Strahlungsfelder. 2nd edition. Vieweg. 2006.

Modul **Computational Electromagnetics 2**					Abk. **CEM 2**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Every SS**	Dauer **1 semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Responsible lecturer	Romanus Dyczij-Edlinger
Lecturer(s)	Romanus Dyczij-Edlinger
Level of the unit	Master CuK: Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich ICS
Entrance requirements	None. Recommended: Computational Electromagnetics 1
Assessment / Exams	Oral final exam: student presentations of selected topics from current research papers.
Course type / Weekly hours	Computational Electromagnetics 2 Lecture 2 h (weekly) Tutorial 1 h (weekly)
Total workload	Classes: 45 h Private studies: 75 h Total: 120 h
Grading	Final exam: 100 %

Aims/Competences to be developed
To gain a deep understanding of finite element techniques for time-harmonic electromagnetic fields. Students are familiar with essential theoretical and implementation aspects of modern finite element methods and able to study advanced research papers on their own.

Content
Functional analytical and geometric foundations
Modal analysis of electromagnetic cavities
Modal analysis of driven time-harmonic fields
Analysis of driven time-harmonic fields
Special modeling techniques
Advanced numerical solution methods

Additional information Lecture notes are available online.

Language: Students may choose between German or English.

Literature: Each section of lecture notes contains list of references.

Modul **Elektrische Klein- und Mikroantriebe**					Abk. **EKM**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich SAS, IS
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete Prüfung (Klausur)
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS, Übung: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen á 2 SWS 30 h Präsenzzeit Übung 15 Wochen á 1 SWS 15 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung 45 h Klausurvorbereitung 30 h Summe 120 h (4 CP)
Modulnote	Klausurnote

Lernziele/Kompetenzen

Kennenlernen des Aufbaus, der Wirkungsweise und des Betriebsverhaltens von elektromagnetischen Klein- und Mikroantrieben und deren elektrische Ansteuerung. Studierende erwerben Kenntnisse über die gesamte Bandbreite der heute zur Verfügung stehenden elektromagnetischen Antriebe im unteren Leistungsbereich von wenigen Milliwatt bis etwa ein Kilowatt und lernen diese anforderungsgerecht zu spezifizieren und auszuwählen.

Inhalt

- Physikalische Grundlagen
- Kommutatormotoren
- Bürstenlose Permanentmagnetmotoren
- Geschalteter Reluktanzmotor
- Drehfeldmotoren
- Elektromagnetische Schrittantriebe
- Antriebe mit begrenzter Bewegung
- Steuern und Regeln von Klein- und Mikroantrieben
- Projektierung von Antriebssystemen

Weitere Informationen
Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise:
Stölting, H.D., Kallenbach, E., Handbuch Elektrische Kleinantriebe, Hanser, München, 2006
Fischer, R.: Elektrische Maschinen, Hanser, München, 2009

Modul **Elektronische Systeme**					**ESYS**
Studiensem. **1**	Regelstudiensem. **1**	Turnus **jährlich**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
Zuordnung zum Curriculum	Wahlpflicht in Bachelor Systems Engineering Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich SD
Zulassungsvoraussetzungen	Bestandene Prüfung der Veranstaltung Grundlagen der Elektrotechnik I und II. Die Kenntnis des Stoffes der Veranstaltung Elektronische Schaltungen wird vorausgesetzt.
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung
Lehrveranstaltungen	3 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung und Übung 15 Wochen à 2 SWS zzgl. Vor- und Nachbereitung und Klausurvorbereitung insgesamt 30h+30h+30h = 90h
Modulnote	Note der Prüfung

Lernziele/Kompetenzen

Die Veranstaltung verfolgt das Ziel, Studierende in die spezifischen Überlegungen und Methoden zur Entwicklung elektronischer Systeme einzuführen. Inhalt und Ablauf der Veranstaltung sind so konzeptioniert, dass Studierende Kompetenz in den folgenden Bereichen erwerben können:

Entwickeln, Beschreiben und Analysieren von elektronischen Systemen bestehend aus einzelnen Komponenten oder Baugruppen auf Datenblatt- und Blockschaltbildebene unter Berücksichtigung nichtidealer Eigenschaften, Wechselwirkungen und Entwicklungsvorgaben.

Zur Verdeutlichung und Motivation bedient sich die Veranstaltung aktueller, praxisorientierter Beispiele in Vorlesung, Übung und experimentellen Demonstrationen.

Inhalt

Eigenschaften und Grenzen Analoger, Digitaler und Hybrider elektronischer Systeme.

Partitionierungs- und Entwicklungskriterien elektronischer Systeme.

Problemspezifische Modellbildung, Modell-Konsistenz.

Entwicklung: Werkzeuge, Methoden, und Konzepte.

Realisierung: Strukturentwurf und Signalintegrität.

Anwendung: Test, Ausbeute, Qualifikation, Spezifikation/Datenblatt.

Weitere Informationen
-

Literatur
Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

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

Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus
Lecturer(s)	Dr.-Ing. Emanuele Grasso
Level of the unit	Systems Engineering Master, Erweiterungsbereich RS
Entrance requirements	No formal pre-assumptions
Assessment / Exams	Oral examination with grade
Course type / Weekly hours	Lecture: 2 SWS Excercise: 1 SWS
Total workload	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 Total 120 h (4 CP)
Grading	Grade

Aims/Competences to be developed

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.

Content

- 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

Additional information
Language: english

Modul **Experimentelle Mechanik**					Abk. **ExMech**
Studiensem. **1,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r Diebels

Dozent/inn/en Diebels, Schmitt

Zuordnung zum Curriculum
Master Materialwissenschaft, Wahlbereich
Master Werkstofftechnik, Wahlbereich
Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich SD

Zulassungsvoraussetzungen Kontinuumsmechanik empfohlen

Leistungskontrollen / Prüfungen Schriftliche oder mündliche Prüfung
(Bekanntgabe zu Beginn des Semesters)

Lehrveranstaltungen / SWS V1 Ü2

Arbeitsaufwand

15 Wochen, 3 SWS	45 h
Vor- und Nachbereitung, Prüfung	75 h
Summe	120 h (4 CP)

Modulnote

Lernziele/Kompetenzen

- Aufbau mechanischer Experimente
- Identifikation von Materialeigenschaften aus makroskopischen Experimenten
- Methoden der Parameteridentifikation

Inhalt

- Aufbau mechanischer Experimente zur Ermittlung von Materialparametern
- Durchführung von Experimenten, Messung von Kraft- und Weggrößen
- Steuerung der Experimente und Verarbeitung der Daten auf der Basis von LabView
- Methoden der Optimierung und des Inversen Rechnens zur quantitativen Bestimmung von Materialparametern

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:
Skript zur Vorlesung

Finite Elemente in der Mechanik					Abk. **FEMM**
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	**2**	**Jedes SS**	**1 Semester**	**3**	**4**

Modulverantwortliche/r	Diebels
Dozent/inn/en	Diebels und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft, Wahlpflicht Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich SD
Zulassungsvoraussetzungen	Kenntnisse aus **KonM** werden empfohlen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete Prüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	V2 Ü1
Arbeitsaufwand	15 Wochen, 3 SWS 45 h Vor- und Nachbereitung, Prüfung 75 h Summe 120 h (4 CP)
Modulnote	

Lernziele/Kompetenzen

- Verständnis der Funktionsweise nichtlinearer Finite-Elemente-Programme in der Kontinuumsmechanik
- Fähigkeit, geeignete finite Elemente für bestimmte Anwendungen auszuwählen
- Implementierung mathematischer Modelle für Simulationen

Inhalt

- Nichtlineare Gleichungssysteme
- Linearisierung von Modellgleichungen
- Materiell nichtlineare finite Elemente
- Geometrisch nichtlineare finite Elemente
- Numerische Behandlung von Elastizität und Plastizität

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

Modul **Grundlagen der Automatisierungstechnik**					Abk. **GdA**
Studiensem. **1**	Regelstudiensem. **1**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Systems Engineering, Fächergruppe Integrierte Systeme Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich PS
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Vorlesung; 1 SWS Übung
Arbeitsaufwand	Gesamt 120 Stunden, davon • Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden • Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 Stunden • Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung = 45 Stunden • Klausurvorbereitung = 30 Stunden
Modulnote	Prüfungsnote

Lernziele/Kompetenzen

Grundlagen der Automatisierungstechnik bietet einen Überblick über moderne Prinzipien, Verfahren und Realisierungen der Automatisierungstechnik. Studierenden erwerben:

- Verständnis von automatisierungstechnischen Systemen.
- Fähigkeit automatisierungstechnische Systeme zu modellieren bzw. ein geeignetes Beschreibungsmittel auszuwählen
- Kenntnis in modernen Verfahren zur Automatisierung technischer Systeme.
- Überblick über in der Automatisierungstechnik eingesetzte Technologien.
- Übung im Umgang mit Entwurfsmethoden für automatisierungstechnische Systeme

Inhalt: ***Grundlagen der Automatisierungstechnik***

- Automatisierungssysteme und Anwendungen
- Anforderungen an Automatisierungssysteme
- Verlässlichkeit und funktionale Sicherheit (SIL-Nachweis, stochastische Modelle)
- Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)
- Steuerungsentwurf mit Petrinetzen
- Normfachsprachen für Steuerungen nach IEC 61131
- Kommunikation in der Automatisierungstechnik
- Einstellregeln für industrielle Standardregler

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise: Literatur wird in der Vorlesung zur Verfügung gestellt bzw. bekannt gegeben.

Name of the module **High-Speed Electronics**					Abbrevation
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
2	**2**	**SS**	**1 Semester**	**3**	**4**

Responsible lecturer	Prof. Dr. M. Möller
Lecturer(s)	Prof. Dr. M. Möller
Level of the unit	Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich ICS
Entrance requirements	For graduate students: none Bachelor level in Electronics and Circuits
Assessment / Exams	Theoretical and practical (CAD examples) exercises • Regular attendance of lecture and tutorial recommended • Final oral exam • A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.
Course type / Weekly hours	Lecture 2h (weekly) Tutorial 1h (weekly)
Total workload	120 h = 45 h classes and 75 h private study
Grading	Final exam mark

Aims/Competences to be developed

To know and understand limitations on maximum speed and performance of integrated circuits. To know and to be able to apply design methods and concepts to enhance speed and performance of a circuit. To be familiar with basic circuit stages and methods for combining them to gain a specific functionality and performance. To understand basic circuit concepts for high-speed data- and signal-transmission and –processing with special regard to the transmitter- and receiver-electronics. To be able to design such circuits. To acquire the fundamentals of circuit design as a preparation for the related hands-on training on “High-speed analogue circuit design”.

Content:

- Bipolar transistor model and properties at technological speed limit.
- Concept of negative supply voltage and differential signalling.
- Method of symbolic calculation and modelling of transistor stages.
- Basic electrical properties of transistor stages with special regard to high-frequency considerations.
- Concept of conjugate impedance mismatch.
- Functional stages for broadband operation up to 160 Gbit/s (e.g. photodiode–amplifier, modulator driver, linear and limiting gain stages and amplifier, circuits for gain control, equalizing and analogue signal processing, Multiplexer, Demultiplexer, logic gates(e.g. exor), phase detector, Oscillator (VCO), phase-locked-loop (PLL)).

Additional information

Used Media: Beamer, blackboard, lecture notes, Computer (CAD examples)

Language: English

Literature:

- Lecture notes
- High Speed Integrated Circuit Technology Towards 100 GHz Logic, M. Rodwell, World Scientific
- Intuitive Analog Circuit Design, Marc T. Thompson, Elsevier 2006
- Related articles from journals and conferences.

Modul **Magnetische Sensorik**					Abk.
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Schütze
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Andreas Schütze und Mitarbeiter des Lehrstuhls Messtechnik
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich SAS
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Mündliche Prüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung Magnetische Sensorik und begleitende Übung, 3SWS, V2 Ü1
Arbeitsaufwand	Vorlesung + Präsensübungen 15 Wochen 3 SWS 45 h Vor- und Nachbereitung 45 h Prüfungsvorbereitung 30 h
Modulnote	Note der mündlichen Prüfung

Lernziele/Kompetenzen
Kennen lernen verschiedener magnetischer Sensorprinzipien einschließlich spezifischer Vor- und Nachteile sowie Prinzip-bedingter Grenzen für Messunsicherheit etc.; Kennen lernen von Sensorsystemlösungen inkl. magnetischen Gebern/Maßstäben und Aufbauprinzipien; Einschätzen der Vor- und Nachteile in Abhängigkeit von der Applikation.

Inhalt
- Motivation für magnetische Sensorlösungen
- Grundlagen: magnetische Felder und magnetische Materialien
- Hall-Sensoren:
  - Grundlagen
  - Realisierung in CMOS-Technik inkl. Signalverarbeitungsansätze
  - Ansätze für mehrdimensionale Messungen (vertical hall sensors, integrated magnetic concentrators, pixel cell)
- Magnetoresistive Sensoren:
  - Grundlagen von AMR-, GMR- und TMR-Sensoren
  - Herstellungsprozesse
  - Funktionsverbesserung durch Layout-Optimierung
- Fluxgate-Sensoren für rauscharme Messungen
- Magnetische Geberstrukturen und Maßstäbe für Weg- und Winkelmessung
- Anwendungsbeispiele z.B. aus den Bereichen Automatisierung, Automobil, Consumer Anwendungen

Weitere Informationen
Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend im Internet zum Download bereit gestellt (http://www.lmt.uni-saarland.de).

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:
(alle Bücher können am Lehrstuhl für Messtechnik nach Rücksprache eingesehen werden)

- begleitendes Material zur Vorlesung;
- U. Dibbern: Magnetoresistive Sensors, in: W. Göpel, J. Hesse, J.N. Zemel (Eds.): SENSORS - a comprehensive Survey; Volume 5: Magnetic Sensors, VCH Verlag, 1989.
- R. Popović, W. Heidenreich: Magnetogalvanic Sensors, ebenda
- S. Tumanski: Thin Film Magnetoresistive Sensors, IoP Series in Sensors, 2001.
- T. Elbel: Mikrosensorik, Vieweg Verlag, 1996.
- R.S. Popovic: Hall effect devices, Adam Hilger, 1991.
- Div. Journalpublikationen und Konferenzbände.

Modul **Maschinenelemente und -konstruktion (Mechanical Design)**					Abk.
Studiensem. **5**	Regelstudiensem. **5**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **4**	ECTS-Punkte **5**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing.M. Vielhaber
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing.M. Vielhaber u. Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich]	Bachelor Systems Engineering, Fächergruppe Maschinenbau Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich RS
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Prüfungsvorleistung, mündliche/schriftliche Abschlussprüfung
Lehrveranstaltungen / SWS [ggf. max. Gruppengröße]	Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung = 60 Stunden Prüfungsvorbereitung = 30 Stunden
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Die Studierenden erwerben Kenntnisse zu mechanischen und mechatronischen Konstruktions- und Maschinenelementen hinsichtlich ihrer Funktion, Gestaltung und Auslegung

Inhalt

- Grundlagen der Auslegung
- Toleranzen und Oberflächen
- Verbindungselemente
  - Schweiß-, Löt, Klebeverbindungen
  - Schraub-, Nietverbindungen, Federn
  - Welle-Nabe-Verbindungen
  - Dichtungen
- Elemente der drehenden Bewegung
  - Achsen und Wellen
  - Gleit- und Wälzlager
  - Kupplungen
- Getriebe
  - Zahnräder, Zahnrad- und Hülltriebe
- Hydraulische/pneumatische Konstruktionselemente

Weitere Informationen

- Inhaltliche Voraussetzung:
  - Systementwicklungsmethodik 1 oder vergleichbare Kenntnisse
  - Grundlagen der Technischen Mechanik (Statik, Elastostatik),
  - grundlegende Werkstoffkenntnisse
- Unterrichtssprache: i.d.R. Deutsch, ggf. tw. Englisch
- Literaturhinweise: Unterlagen zu den Vorlesungen, weiterführende Lit.hinweise der Dozenten

Modul **Materialien der Mikroelektronik 2**					Abk. **MdM**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich ICS
Zulassungsvoraussetzungen	keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete Prüfung (Klausur)
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS

Arbeitsaufwand			
	Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS	=	30 h
	Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS	=	15 h
	Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung	=	45 h
	Klausurvorbereitung	=	30 h
	Gesamtaufwand	=	120 h
Modulnote	Klausurnote		

Lernziele/Kompetenzen
Physikalische Grundlagen der Materialien der Mikroelektronik, elektrische Leitung in Metallen und Halbleitern, Supraleitung, magnetische Materialien

Inhalt
Elektrische Leitung
- Metalle
  - Klassische Elektronengastheorie (Partikelbild)
  - Zusammenhang Wellenbild und Partikelbild
  - Matthiessen Regel und weitere Leitfähigkeitseffekte
- Halbleiter
  - Experimentelle Befunde
  - Gittermodell
  - Eigenleitung, Photoleitung, Störstellenleitung
  - Berechnung von Trägerdichte und Fermienergie
  - Beweglichkeit der Ladungsträger, nicht-lineare Effekte
  - Dielektrische Relaxationszeit
  - Debye-Länge
  - Rekombination und Generation
  - Diffusionslänge
  - tiefe Störstellen

Supraleiter
- Allgemeines zur Supraleitung und London Gleichung
- Cooper Paare
- Experimente zum Modell der Cooper Paare
- SQUID
- Supraleiter 1. und 2. Art
- Hochtemperatursupraleitung

Magnetische Materialien

Definition der Feldgrößen B und H
Stoffeinteilung nach der Permeabilität
Diamagnetismus
Paramagnetismus, Richtungsquantelung
Ferromagnetika: Temperaturabhängigkeiten, Domänen, Hysteresen der Polarisation, magnetischer Kreis
Verluste: Hystereseverluste, Wirbelstromverluste
entpolarisierende Felder
Anisotropie: Formanisotropie, Kristallanisotropie
magnetoresistive Sensoren
Ferrofluide
magnetische Resonanz

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise:

Vorlesungsunterlagen

G. Fasching	Werkstoffe für die Elektrotechnik
R. E. Hummel	Electronic Properties of Materials
C. Kittel	Einführung in die Festkörperphysik
S. M. Sze	Physics of Semiconductor Devices
W. Buckel	Supraleitung

Modul **Medizinische Messtechnik**					Abk.
Studiensem. **3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Andreas Schütze
Dozent	Dr. Christian Bur
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich SAS Master Quantum Engineering
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	• Mündliche Prüfung • Bearbeitung eines Themas aus dem Spektrum der Vorlesung und dessen Präsentation im Rahmen eines Seminarvortrags
Lehrveranstaltungen / SWS	3 SWS, V2 Ü/S1
Arbeitsaufwand	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
Modulnote	Endnote wird berechnet aus den Teilnoten mündliche Prüfung und Seminarvortrag (70:30)

Lernziele/Kompetenzen
Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse der Medizintechnik mit Schwerpunkt auf der Messtechnik und Sensorik in medizinischen Anwendungen erworben. Sie kennen die physiologischen Grundlagen des Menschen, u.a. Erregbarkeit von Zellen, Herzmechanik und Kreislaufsysteme, und Methoden und Prinzipien zur Messung von physiologischen Parametern, z.B. Messung elektrischer Signale und kardiovaskulärer Größen. Darauf aufbauend sind Studierenden mit Ventilation und Atemmechanik vertraut und kennen Methoden des respiratorischen Monitorings sowie Methoden zur Messung von Blutgasen. Nach einer Einführung in den Anästhesiearbeitsplatz mit Messung klassischer Atem- und Narkosegasen (CO_2, O_2, volatile Anästhetika) haben die Studierenden umfassende Kenntnis erlangt zur Bewertung von Atemgasen, des sog. Breath Volatiloms, mit analytischen Methoden und Sensorsystemen. Sie kennen zugelassene Atemgastests, wie bspw. Helicobacter-Test, und typische Biomarker. Hierzu haben die Studierenden unterschiedliche Messverfahren (spezifische Sensoren vs. Sensorarrays) kennengelernt, die Wichtigkeit der Probenahme und der Sensorsystemkalibrierung sowie Grundzüge der Sensorsignalverarbeitung. Am Beispiel eines ex-vivo Schweinelungenmodells – das im Rahmen einer Exkursion zum Universitätsklinikum des Saarlandes näher behandelt wird – wird das Potential von Sensorsystemen zum nicht-invasiven Drug Monitoring anhand von aktuellen Forschungsfragestellungen gezeigt.

Alle Sensorprinzipien und Messverfahren werden anschaulich mit Anwendungsbeispielen und praktischen Übungen 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. Für Studierende aus dem Studiengang *Quantum Engineering* wird ein Bezug zur Quantentechnologie über die Seminararbeit

hergestellt.

Optional: Einführung bildgebende Verfahren (Röntgen, CT, MRT und Ultraschall)

Inhalt

- Physiologische Grundlagen und Messung physiologischer Parameter
  - Erregbarkeit von Zelle und Fortleitung von Aktionspotenzialen
  - Elektroenzephalographie (EEG) und Elektromyografie(EMG)
  - Herz und Elektrokardiographie (EKG)
  - Kreislaufsysteme und Messung von Blutdruck, Blutfluss, Herzzeitvolumen, Puls
  - Messung der Körperkerntemperatur
- Respiratorisches Monitoring
  - Grundlagen der Ventilation, Lunge und Atmung
  - Lungenfunktionsdiagnostik (u.a. Spirometrie, Bodyplethysmographie, Single-Breath-Methode, u.a.)
  - Pulsoxymetrie, Analyse von Blutgasen (O2, CO2, pH)
- Messung klassischer Atemgase
  - Anästhesiearbeitsplatz: Mechanische Ventilation, Herz-Lungen-Maschine
  - Messung klassischer Atem- und Narkosegase (Kapnographie, Sauerstoffmessung)
  - Anwendungen Atemgastests: Helicobacter, Laktose Toleranz Test, u.a.
- Breath Volatilome – Messung von Atemgasen I
  - Sampling – Das Problem der Probennahme
  - Einführung in analytische Messmethoden (GC-MS, PTR-MS, SIFT, IMS)
- Breath Volatilome – Messung von Atemgasen II
  - Higher Order Chemical Sensing I – Sensorarrays
  - Higher Order Chemical Sensing II – Virtuelle Multisensoren
  - Einführung in die Signalverarbeitung
  - Strategien zur Kalibrierung
- Anwendungen: Ex-vivo Schweinelungenmodell (Exkursion)
  - Drug Monitoring mit Sensorsystemen
- Beyond Breath
  - Messung von Hautausgasungen
  - Headspace-Analyse von Körperflüssigkeiten (Blut, Urin, Speichel)

- Optional (ggf. als Seminar): Einführung bildgebende Verfahren
  - Röntgen, Mammographie
  - Computertomographie
  - MRT
  - Ultraschall

Für Studierende im Master *Quantum Engineering* wird über die Seminararbeit, die Teil der Prüfungsleistung ist, ein Bezug zur Quantumtechnologie hergestellt, bspw. aus dem Bereich der Magnetresonanztomographie als ein bildgebendes Verfahren.

Weitere Informationen unter www.lmt.uni-saarland.de
Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend in MS Teams

Unterrichts und Prüfungssprache: deutsch (englisch nach Vereinbarung)

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

Name of the module **Methods of model order reduction**					Abbrevation **MOR**
Semester **2**	Reference semester **2**	Term **Each SS**	Duration **1 Semester**	Weekly hours **3**	Credits **4**

Responsible lecturer Ortwin Farle

Lecturer(s) Ortwin Farle

Level of the unit Master Systems Engineering: Erweiterungsbereich ICS

Entrance requirements For graduate students: none

Assessment / Exams Oral final exam

Course type / Weekly hours Lecture 2 h (weekly)
Tutorial 1 h (weekly)

Total workload Classes: 45h
Private studies: 75 h
Total: 120h

Grading Final exam: 100 %

Aims/Competences to be developed
Students
- are familiar with the common model order reduction methods,
- are able to expediently choose from different model order reduction methods,
- know how to implement the methods in a numerically robust way,
- are aware of the effects of model order reduction methods on important system properties.

Content
- Balanced Truncation
- Krylov subspace methods
- Multi-point methods: rational Krylov methods, proper orthogonal decomposition, reduced basis method
- Parametric model order reduction
- Preservation of important system properties, i.e. reciprocity, passivity, causality etc.

Additional information
Language: English
Literature: Lecture notes are available online
- A. C. Antoulas. Approximation of Large-Scale Dynamical Systems. SIAM 2005
- L. N. Trefethen, D. Bau III. Numerical Linear Algebra. SIAM 1997
- G. E. Dullerud, F. Paganini. A Course in Robust Control Theory. Springer 2000
- L. Debnath, P. Mikusinski: Introduction to Hilbert Spaces, 3rd edition. Elsevier 2005.

Modul: **Mikroelektronik 3**					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
3	**3**	**Jedes WS**	**1 Semester**	**3**	**4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu
Zuordnung zum Curriculum [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich]	Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich ICS
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Vorraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	benotete mündliche Abschlussprüfung
Lehrveranstaltungen / SWS [ggf. max. Gruppengröße]	Mikroelektronik III 1 Vorlesung: 2SWS 1 Übung: 1SWS

Arbeitsaufwand		
	Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS:	30h
	Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS:	15h
	Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung:	45h
	Prüfungsvorbereitung:	30h
	Summe:	120h (4CP)

Modulnote Abschlussprüfungsnote

Lernziele/Kompetenzen
Verständnisse und Kenntnisse im Verhalten, in der Beschreibung und im Entwurf integrierter analoger und mixed-signal CMOS-Schaltungen.

Inhalt
Vorlesung und Übung Mikroelektronik III

- Einführung in die Analogtechnik
- MOS-Technologie (Eigenschaften, Bauelemente Funktionale Sicht)
- MOS-Transitoren in Schaltungen (CMOS-Schaltungskomponenten)
- Frequenzgang der Verstärker (allgemein, Kapazität und Pol, Common Source, Kaskode, Rückkopplung)
- OP-Verstärker (Einstufiger- und Zweistufiger Verstärker, Ausgangsstufe, Kenngrößen)
- Referenzschaltungen (einfache Referenzschaltungen, Bandgap-Rferenz, Spannungsregler, I-Referenz, g_m-Referenz)
- Switched Capacitor Schaltungen (Swiched Capacitor (SC) Grundlagen, SC Integrator und Verstärker, SC Filter, Sample und Hold Schaltungen)
- AD-Wandler (Einführung, Komparator, paralleler AD-Wandler, sukzessive Approximation AD-Wandler, Integrierter Dual Slop AD-Wandler)
- DA-Wandler (Einführung, paralleler AD-Wandler, serieller DA-Wandler)

Weitere Informationen
Unterrichtssprache: deutsch

Literatur:	Skriptum des Lehrstuhls zur Vorlesung, Vorlesungsfolien, weiterführende Literatur wird zu Beginn der ersten Vorlesung bekannt gegeben
Methoden:	Information durch Vorlesung, Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeiten, aktive Teilnahme an den Übungen)

Modul **Optimal Control**					Abk. **OC**
Studiensem. **2,4**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2+1**	ECTS-Punkte **4**

Responsible lecturer	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp
Lecturer(s)	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp
Level of the unit	Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich RS
Entrance requirements	No formal requirements, Optimization lecture recommended
Assessment / Exams	Oral exam
Course type / Weekly hours	2 SWS lecture, 1 SWS tutorial
Total workload	Lecture + Tutorial for 15 weeks 45 h Personal studies 60 h Preparation for the exam 15 h = **120 h**
Grading	Result of the exam

Aims/Competences to be developed

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.

Content

- 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

Additional information:	For current information, see homepage of Prof. Flaßkamp
Language:	English
Literature:	Will be given in class

Name of the module **Neural Networks: Theory and Implementation**					Abbrevation NNIA
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
1,3	**3**	**WS**	**1 semester**	**6**	**9**

Responsible lecturer	Prof. Dr. Dietrich Klakow
Lecturer(s)	Prof. Dr. Dietrich Klakow
Level of the unit	Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich ICS und RS
Entrance requirements	HMI I – III or comparable Good programming skills
Assessment / Exams	Written Exam
Course type / Weekly hours	Lecture: 2 SWS Tutorial: 2 SWS, Tutorials with up to 20 students Project work 2 SWS
Total workload	270 h = 90h teaching and 180 h individual work
Grading	Written exam and graded project. Exact details will be announced in the first lecture

Aims/Competences to be developed

The participants will be introduced to the key ideas of basic classification algorithms and in particular neural networks. A focus is also the implementation and applications to relevant problems. To achieve this, there will be theoretical excersis as well as project word.

Content

1. Classification
2. Regression
3. Linear Classifiers
4. Perceptron
5. Support Vector Machines
6. Multy-Layer Perceptrons
7. Deep Learning Software
8. Autoencoders
9. LSTMs
10. Recurrent Neural Networks
11. Sequence-to-sequence learning

Additional information
Language: English

Literature:

Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville

Deep Learning, MIT Press, 2016, http://www.deeplearningbook.org

Modul **Smarte Materialsysteme – hands on**					Abk.
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r Dr. Paul Motzki

Dozent/inn/en Dr. Paul Motzki und Mitarbeitende des Lehrstuhls für intelligente Materialsysteme

Zuordnung zum Curriculum Master Systems Engineering:
Sensor-Aktor-Systeme (SAS) – Erweiterungsbereich
Integrierte Systeme (IS) – Erweiterungsbereich

Zulassungsvoraussetzungen Keine formalen Voraussetzungen

Leistungskontrollen / Prüfungen

- Bearbeitung von praktischen Übungsaufgaben und Ergebnispräsentation
- Eigenständige Bearbeitung eines Vorlesungsthemas und (Zwischen-)Ergebnispräsentation in regelmäßigen Abständen
- Abschließender Seminarvortrag
- Mündliche Prüfung

Lehrveranstaltungen / SWS Vorlesung und begleitende Laborübungen und Präsentationen, 3SWS, V2 Ü1

Arbeitsaufwand

- Vorlesungen zur Aktor-Sensor-Auslegung und agilem Projektmanagement, Zwischenpräsentationen 15 Wochen à 2SWS 30 h
- Praktische Übungsaufgaben 9 h
- Eigenständige Bearbeitung zu Vorlesungsthema 45 h
- Dokumentation 16 h
- Prüfungsvorbereitung und Vortrag 20 h

Modulnote Die Modulnote setzt sich zusammen aus Teilbewertungen von Übungsaufgaben (20 %), Seminarvortrag (50 %) und mündlicher Prüfung (30 %).

Lernziele/Kompetenzen
Einführung in die systematische Entwicklungs- und Auslegemethodik von Aktor-Sensor-Systemen basierend auf smarten Materialien, insbesondere thermischen Formgedächtnislegierungen (FGL) und Dielektrischen Elastomeren (DE) und deren Kombination (Hybride Smarte Materialsysteme). Entwicklung und Aufbau von funktionalen Technologiedemonstratoren im Rahmen von praktischen Übungen und eigenständiger Erarbeitung und mit Hilfe von Auslege-Software, CAD und Rapid-Prototyping (z.B. 3D-Druck). Praktische Umsetzung von Aspekten des agilen Projektmanagements (Scrum) zur teambasierten Organisationsmethodik.

Inhalt

- Auslegung von Aktor-Sensor-Systemen basierend auf thermischen Formgedächtnislegierungen (FGL)
  - FGL Antriebskonzepte
  - Kinematische Betrachtung und kinetische Kenngrößen (Auslege-Software, Matlab, FE-Simulation)
  - Elektrische Kenngrößen, Elektronikkonzepte für FGL-Aktorik (Stromquellen) und Sensorik (Widerstandsmessung)
  - Ansteuerung, Algorithmen (PWM, Mikrocontroller)

- Auslegung von Aktor-Sensor-Systemen basierend auf Dielektrischen Elastomeren (DE)
  - DE Antriebskonzepte
  - Kinematische Betrachtung und kinetische Kenngrößen (Auslege-Software, Matlab, FE-Simulation)
  - Elektrische Kenngrößen, Elektronikkonzepte für DE-Aktorik (HV-Erzeugung) und Sensorik (Kapazitätsmessung)
  - Ansteuerung, Algorithmen (PWM, Mikrocontroller)

- Einführung in Aspekte des agilen Projektmanagements
  - Transparenz, Überprüfung, Anpassung
  - Ereignisse: Sprint Planung, Daily Scrum, Review, Retroperspektive
  - Artefakte/Techniken: Backlog, Definition of Done/Ready, Scrumboard, Planungspoker
  - Rollen: Product Owner, Entwickler, Scrum Master und Stakeholder

- Entwicklung und Aufbau von FGL- und/oder DE-basierten Technologiedemonstratoren:
  - Rapid-Prototyping-gerechtes CAD Design
  - Rapid-Prototyping Verfahren: FDM, SLA, SLS
  - Qualitative und quantitative Evaluierung / Validierung

- Präsentation der Entwicklungsergebnisse im Rahmen eines Seminarvortrags

Weitere Informationen

Vorlesungsunterlagen (Folien), Übungen und Tutorials werden begleitend im Internet zum Download bereitgestellt. Die Vorlesung ist kombiniert praktischen Laborübungen (Software-Tools zur Auslegung/Simulation) und mit einer Seminararbeit, in dem Studierenden-Kleingruppen eigenständig funktionale Technologiedemonstratoren entwickeln und präsentieren. Die mündliche Prüfung findet im Anschluss an die Präsentationen in Form einer wissenschaftlichen Diskussion statt.

Unterrichtssprache: Deutsch/Englisch (nach Absprache)

Literaturhinweise:
(alle Bücher können am Lehrstuhl für intelligente Materialsysteme nach Rücksprache eingesehen werden)

- H. Janocha (ed.), Adaptronics and Smart Structures, Springer, 2007
- H. Janocha, Unkonventionelle Aktoren: Eine Einführung, Oldenburg Verlag, 2013
- S. Langbein, A. Czechowicz, Konstruktionspraxis Formgedächtnistechnik, Springer-Vieweg Verlag, 2013
- S. Langbein, A. Czechowicz, Formgedächtnistechnik, Springer-Vieweg Verlag, 2021
- A.-G. Olabi (ed.), Encyclopedia of Smart Materials, Elsevier, 2021

Name of the module **Soft Robotics**					Abbreviation **SoRo**
Semester	Reference Semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
1,3	**3**	**Every WS**	**1 Semester**	**3**	**4**

Responsible lecturer	Jun.-Prof. Gianluca Rizzello
Lecturer(s)	Jun.-Prof. Gianluca Rizzello
Level of the unit	Master Systems Engineering • Erweiterungsbereich Robotic Systems • Walbereich Sensor-Aktor-Systeme • Walbereich Integrierte Systeme
Entrance requirements	Recommended: Kinematik, Dynamik und Anwendung in der Robotik
Assessment / Exams	Oral exam with project presentation
Course type / Weekly hours	2 weekly hours Lectures, 1 weekly hour Tutorials
Total workload	Total workload 120 h, of which • Lectures 15 weeks, 2 weekly hours = 30 h • Tutorials 15 weeks, 1 weekly hour = 15 h • Self study = 45 h • Exam preparation = 30 h
Grading	Graded

Aims/Competences to be developed

The class offers a student an overview of the broad and highly interdisciplinary field of soft robotics. Different design principles and bio-inspired approaches commonly used to design soft robots will be initially presented. The main hardware components will then be discussed, including soft materials, soft actuators, and soft sensors commonly used in soft robotics. Established approaches for modeling soft robots will be discussed, including both kinematic and dynamic ones (piecewise constant curvature, Cosserat rod theory), as well as established techniques to achieve their precise control. Finally, advanced paradigms commonly used in soft robotics will be briefly discussed, such as embodied intelligence and soft electronics. Tutorial classes will be also offered, in which the students will familiarize themselves with practical architectures of soft robots and implement the developed models and control methods in simulation. At the end of the class, the students will be able to understand the main hardware software aspects of soft robotic systems.

.

Content

- Introduction to soft robotics
- Design principles in soft robotics
- Soft materials
- Soft actuators
- Soft sensors
- Modeling of soft robots
- Control of soft robots
- Advanced paradigms in soft robotics

Additional information: None

Language: English

Literature: Lecture notes (slides) and exercises will be distributed during the lecture

Software Engineering					CS 560 / SE
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1-3	**3**	**At least once every two years**	**1 Semester**	**6**	**9**

Responsible Lecturer	Prof. Dr. Sven Apel
Lecturer	Prof. Dr. Sven Apel
Level of the unit	Computer Science Graduate course / MandatoryElective Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich SD
Entrance requirements	• Knowledge in programming concepts (as taught in courses such as Programmierung 1 and Programmierung 2) • Basic knowledge of software processes, design, and testing (as taught and applied in the lecture Softwarepraktikum)
Assessment/Exams	Beside the lecture and weekly practical exercises, there will be a number of assignments in the form of mini-projects for each student to work on (every two to three weeks). The assignments will be assessed based on the principles covered in the lecture. Passing all assign-ments is a prerequisite for taking the final written exam. The final grade is determined only by the written exam. Further examination details will be announced by the lecturer at the beginning of the course. In short: • Passing all assignments (prerequisite for the written exam) • Passing the written exam
Course Typ/weekly hours	Lecture 4 h (weekly) Exercises 2 h (weekly)
Total workload	270 h = 90 h of classes and exercises and 180 h private study and assignments
Grade of the module	The grade is determined by the written exam. Passing all assignments is a prerequisite for taking the written exam. The assignments do not contribute to the final grade. Further examination details will be announced by the lecturer at the beginning of the course.

Aims / Competences to be developed

- The students know and apply modern software development techniques.
- They are aware of key factors contributing to the complexity of real-world software systems, in particular, software variability, configurability, feature interaction, crosscutting concerns, and how to address them.
- They know how to apply established design and implementation techniques to master software complexity.

- They are aware of advanced design and implementation techniques, including collaboration-based design, mixins/traits, aspects, pointcuts, advice.
- They are aware of advanced quality assurance techniques that take the complexity of real-world software systems into account: variability-aware analysis, sampling, feature-interaction detection, predictive performance modeling, etc.
- They appreciate the role of non-functional properties and know how to predict and optimize software systems regarding these properties.
- They are able to use formal methods to reason about key techniques and properties covered in the lecture.

Lecture Contents

- Domain analysis, feature modelling
- Automated reasoning about software configuration using SAT solvers
- Runtime parameters, design patterns, frameworks
- Version control, build systems, preprocessors
- Collaboration-based design
- Aspects, pointcuts, advice
- Expression problem, preplanning problem, code scattering & tangling, tyranny of the dominant decomposition, inheritance vs. delegation vs. mixin composition
- Feature interaction problem (structural, control- & data-flow, behavioral, non-functional feature interactions)
- Variability-aware analysis and variational program representation (with applications to type checking and static program analysis)
- Sampling (random, coverage)
- Machine learning for software performance prediction and optimization

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Englisch

Literaturhinweise:

- Feature-Oriented Software Product Lines: Concepts and Implementation. S. Apel, et al., Springer, 2013.
- Generative Programming: Methods, Tools, and Applications: Methods, Techniques and Applications. K. Czarnecki, et al., Addison-Wesley, 2000.
- Mastering Software Variability with FeatureIDE. J. Meinicke, et al., Springer, 2017..

Strömungsmechanik					Abk. **Ström**
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	**2**	**Jedes SS**	**1 Semester**	**2**	**3**

Modulverantwortliche/r	Diebels	
Dozent/inn/en	Diebels	
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft, Wahlbereich Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich SD	
Zulassungsvoraussetzungen	keine	
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche oder mündliche Prüfung (Bekanntgabe zu Beginn des Semesters)	
Lehrveranstaltungen / SWS	V2	
Arbeitsaufwand	15 Wochen, 2 SWS Vor- und Nachbereitung, Prüfung Summe	30 h 60 h 90 h (3 CP)
Modulnote		

Lernziele/Kompetenzen

- Abgrenzung von Fluiden und Festkörpern
- Entwicklung der Modellgleichungen für ideale und linear-viskose Fluide
- Lösungskonzepte für technische Anwendungen
- Grundzüge der Turbulenztheorie

Inhalt

- Eigenschaften von Fluiden
- Herleitung der Euler-, der Bernoulli- und der Navier-Stokes-Gleichung
- Analytische Lösungskonzepte für einfache Strömungsprobleme, technische Anwendungen
- Grundkonzepte der Turbulenztheorie

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:
Skript zur Vorlesung

Name of the module **System identification: learning from data**					Abbreviation **SysID**
Semester	Reference Semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
1,3	**3**	**WS**	**1 Semester**	**2+1**	**4**

Responsible lecturer	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp	
Lecturer(s)	Dr.-Ing. Amine Othmane	
Level of the unit	Master Systems Engineering , Erweiterungsbereich Robotic Systems	
Entrance requirements	No formal requirements	
Assessment / Exams	Oral exam and presentation of project results	
Course type / Weekly hours	2 SWS lecture, 1 SWS tutorial	
Total workload	Lectures + Tutorial for 15 weeks Personal studies incl. project Preparation of the exam	45 h 60 h 15 h
Grading	Results of oral exam and project presentation	

Aims/Competences to be developed

Students recognize and differentiate the key phases of the system identification process, including data acquisition, model structure selection, parameter estimation, and validation. They describe and apply methods for identifying mathematical models from experimental data, particularly in the context of model-based control design. In doing so, they apply and combine techniques from linear algebra, optimization, machine learning, and dynamical systems theory to address practical and theoretical challenges in model learning. They analyze the theoretical properties of estimation algorithms such as convergence and consistency. Students implement these algorithms in a programming language of their choice and evaluate the performance of the methods in academic case studies.

Content

The course offers a comprehensive introduction to the identification and learning of dynamical systems from data, with an emphasis on models required for control applications. The first part of the course focuses on classical system identification, covering core techniques such as linear regression, maximum likelihood estimation, and instrumental variable methods, particularly in the context of models derived from first principles. The second part of the course is dedicated to modern machine learning approaches, with a particular focus on the use of artificial neural networks for modeling and analyzing dynamical systems.

Additional information:	For current information, see homepage of Prof. Flaßkamp
Language:	English
Literature:	Will be given in class

Modul **Systemtheorie und Regelungstechnik 4**					Abk. **SR4**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Joachim Rudolph	
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Joachim Rudolph	
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich IS	
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen	
Leistungskontrollen/Prüfungen	Schriftliche oder mündliche Prüfung	
Lehrveranstaltungen/SWS	Systemtheorie und Regelungstechnik 3: 3 SWS – 2V+1Ü	
Arbeitsaufwand	Vorlesung + Übungen 15 Wochen à 3 SWS	45 h
	Vor- und Nachbereitung	45 h
	Prüfungsvorbereitung	30 h
Modulnote	Note der Prüfung	

Lernziele/Kompetenzen

Die Hörer sollen in die Lage versetzt werden, technische Prozesse als lineare und nichtlineare Systeme mit örtlich verteilten Parametern zu modellieren sowie für diese auf Basis von flachheitsbasierten Methoden Steuerungs- und Regelungsaufgaben zu lösen.

Inhalt

Anhand von technischen Anwendungsbeispielen werden Steuerungs- und Regelungsaufgaben für Systeme mit örtlich verteilten Parametern behandelt. Bei diesen Systemen muss die Ortsabhängigkeit der Systemgrößen explizit berücksichtigt werden, sie werden durch partielle Differentialgleichungen beschrieben. Man spricht auch von unendlichdimensionalen Systemen.

- Modellbildung und Beispiele für Systeme mit örtlich verteilten Parametern,
- endlichdimensionale Approximation,
- lineare hyperbolische Systeme als Systeme mit Totzeiten: Wellengleichung, Telegraphengleichung,
- lineare Systeme mit „verteilter Totzeit“: Wärmetauscher, allg. Telegraphengleichung,
- lineare parabolische Systeme: Wärmeleitungsgleichung, Rohrreaktoren, ...
- lineare Balkengleichung: flexibler Roboterarm, ...
- nichtlineare parabolische, hyperbolische und Totzeit-Systeme: chemische Reaktoren,
- Regelung und Parameteridentifikation.

Weitere Informationen

Literaturhinweise:

[1] Rudolph, J., Flatness Based Control of Distributed Parameter Systems, Shaker Verlag, 2003.
[2] Rudolph, J., Winkler, J. und Woittennek, F., Flatness based control of distributed parameter systems: Examples and computer exercises from various technological domains. Shaker Verlag, Aachen, 2003.
[3] Woittennek, F., Beiträge zum Steuerungsentwurf für lineare, örtlich verteilte Systeme mit konzentrierten Stelleingriffen. Shaker Verlag, Aachen, 2007.

Es werden umfangreiche Lösungen zu den Übungsaufgaben sowie Programme zur Simulation ausgewählter Systeme aus Vorlesung und Übung zur Verfügung gestellt.

Modul **Technische Produktionsplanung**					Abk.
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ing. Rainer Müller
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Ing. Rainer Müller
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich PS
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche oder mündliche Abschlussprüfung (Bekanntgabe des Modus zu Beginn der Vorlesung)
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung Technische Produktionsplanung 2 SWS
Arbeitsaufwand	Vorlesung 15 Wochen, 2 SWS: 30 h Vorbereitung, Nachbereitung, Prüfung: 60 h
Modulnote	Note der schriftlichen bzw. der mündlichen Abschlussprüfung

Lernziele/Kompetenzen
Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Wissen zur Gestaltung von Strukturen und Abläufen in produzierenden Unternehmen. Neben einem Überblick über Aufgaben, Objekte und Methoden der technischen Produktionsplanung werden die Zusammenhänge von Einflussgrößen, Zielkriterien und Gestaltungsmöglichkeiten vermittelt. Die Lehrveranstaltung befähigt die Studenten, die verschiedenen Aufgabenstellungen der Produktionsgestaltung mit ihren Haupteinflussgrößen und Zielen zu kennen und einzelne Analyse- und Gestaltungsmethoden anzuwenden.

Inhalt
Produktentstehungsprozess; Aufgaben und Inhalte der technischen Produktionsplanung; Analysewerkzeuge; Fabrikplanung; Aufbau- und Ablauforganisation; Layoutgestaltung; Produktionssysteme; Wertstromanalyse und Wertstromdesign; Materialfluss und Produktionslogistik; flexible und wandlungsfähige Produktionseinrichtungen; Montagetechnik; IT-Werkzeuge in der Produktionsplanung

Weitere Informationen https://montagesysteme.zema.de/lehre/

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: werden in Vorlesung bekannt gegeben

Modul **ZfP in der zerstörenden Prüfung**					Abk. **Z(f)P**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christian Boller
Dozent/inn/en	Dr.-Ing. Peter Starke
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering; Erweiterungsbereich PS
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen. Empfohlen: Grundkenntnisse in Werkstoffmechanik, Festigkeitslehre, Betriebsfestigkeit
Leistungskontrollen / Prüfungen	Abschlussprüfung (90 Minuten, schriftlich) Regelmäßige Teilnahme an Vorlesung empfohlen
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung 2 h (wöchentlich)
Arbeitsaufwand	90 h = 60 h Vorlesung und 30 h Eigenarbeit
Modulnote	Prüfungsnote

Lernziele/Kompetenzen

Der/m Studierenden wird der Umgang mit den Verfahren der zerstörungsfreien (ZfP) und zerstörenden Prüfung (ZP) zur Werkstoff- und Bauteilcharakterisierung nahegebracht. Hierbei wird insbesondere auf die Kombination der beiden Themenbereiche eingegangen, wobei die zerstörungsfreie Prüfung zur Charakterisierung der Schädigungsentwicklung in der zerstörenden Prüfung eingesetzt wird. Wesentlich sind hierfür die Wechselwirkungen zwischen der beanspruchungsbedingten Veränderung der Werkstoffmikrostruktur und dem eingebrachten Prüfsignal des Sensors.
Im Rahmen der Vorlesung wird neben den Grundlagen der Werkstoff- und Bauteilprüfung insbesondere auf die einzelnen Messmethoden und Messverfahren der ZfP und ZP eingegangen, sowie unterschiedliche Vorgehensweisen an Anwendungsbeispielen aus Forschung und Praxis aufgezeigt.

Inhalt

- Einführung in die Werkstoff- und Bauteilprüfung,
- Einführung in die Messmethoden und Messtechniken der zerstörungsfreien und zerstörenden Prüfung,
- Abgrenzung der zerstörenden und bedingt zerstörenden zur zerstörungsfreien Prüfung,
- Einsatz der zerstörungsfreien Prüfung zur Werkstoffcharakterisierung,
- Einsatz der zerstörungsfreien Prüfung zur Erfassung der Schädigungsentwicklung in Proben und Bauteilen,
- Anwendungsbeispiele aus Forschung und Praxis.

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise: Literatur wird in der Vorlesung zur Verfügung gestellt bzw. bekannt gegeben.

Name of the module **Zuverlässigkeit 2/ Reliability in Electronics**					Abbrevation RIE
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
2	**2**	**summer**	**1 Semester**	**3**	**4**

Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
Lecturer(s)	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
Level of the unit	Master Systems Engineering, Erweiterungsbereich SSE
Entrance requirements	For graduate students: none
Assessment / Exams	written or oral exams
Course type / Weekly hours	Lecture: 2 weekly hours Seminar: 1 weekly hour
Total workload	Lecture 15 weeks à 2 weekly hours = 30 h Seminar 15 week à 1 weekly hour = 15 h self study = 45 h exam preparation = 30 h total workload = 120 h
Grading	Grade of written or oral exam

Aims/Competences to be developed

Design for Reliability encompasses conceptual activities that address the reliability of electronic packages and systems. The major part of failures in electronic assemblies can be related to thermal-mechanical stresses. In order to understand this specific nature of failures, the lecture focuses on physics of failure. The first part will deal with the structure, deformation behavior and damage of materials. The second part deals with material modeling and FEM-simulation, in order to analyze thermal-mechanical stresses in electronic assemblies.

Content

- Background of thermal mechanical damage processes
- Driving forces for thermal-mechanical stresses
- Structure of materials in micro- and macro-dimensions
- Non-linear deformation behavior of materials (time- and temperature dependence)
- Damage behavior of materials
- Material modeling
- FEM-simulation
- Lifetime assessment

Additional information

Language: English

Literature: to be announced at the beginning of the lecture

Modul **Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsysteme 1** (Einführung in die Aktorik mit Aktiven Materialien)					Abk. **ASiM1**
Studiensem. **1**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **WS**	Dauer **1 Sem.**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Paul Motzki
Dozent/inn/en	Dr.-Ing. Paul Motzki
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Wahlbereich
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Mündliche Prüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung Einführung in die Aktorik mit Aktiven Materialien und begleitende Übung, 3SWS, V2 Ü1
Arbeitsaufwand	Vorlesung + Präsenzübungen 15 Wochen 3 SWS 34 h Vor- und Nachbereitung 56 h Prüfungsvorbereitung 30 h
Modulnote	Note der mündlichen Prüfung

Lernziele/Kompetenzen

Anwendungsorientierte Einführung in die Aktorik mit Aktiven Materialien (Formgedächtnislegierungen, Piezokeramiken, Elektroaktive Polymere) mit Beispielen aus Maschinenbau, Luft- und Raumfahrt und Medizintechnik. Experimentell beobachtete Phänomene, Mikromechanismen und Materialmodellierung. Entwicklung von Simulationsmodulen für typische Anwendungen.

Inhalt

- Phänomenologie von Formgedächtnislegierungen, Piezokeramiken und elektroaktiven Polymeren
- Vergleich typischer Aktordaten (Hub, Leistung, Energieverbrauch etc.)
- Verständnis des Materialverhaltens anhand typischer Ingenieurdiagramme (Spannung/Dehnung, Dehnung/Temperatur, Spannung/elektrisches Feld etc.)
- Mechanik typischer Aktorsysteme anhand von Gleichgewichtsdiagrammen (Aktor unter Konstantlast, Aktor/Feder, Protagonist/Antagonist)
- Vereinheitlichte Modellierung von aktiven Materialien auf Basis freier Energiemodelle
- Entwicklung von Computercode zur Simulation des Materialverhaltens (Matlab)
- Implementierung der Matlab-Modelle in Matlab/Simulink-Umgebung zur Simulation typischer Aktorsysteme

Weitere Informationen

Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend im Internet zum Download bereit gestellt. Die mündliche Prüfung besteht aus Präsentation eines Gruppenprojektes zum zweiten Teil der Veranstaltung incl. Diskussion.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:
(alle Bücher können am Lehrstuhl für Unkonventionelle Aktorik nach Rücksprache eingesehen werden)

- M.V. Ghandi, B.S. Thompson, Smart Materials and Structures, Chapman & Hall, 1992
- A.V. Srinivasan, D.M. McFarland, Smart Structures, Cambridge University Press, 2001
- H. Janocha (ed.), Adaptronics and Smart Structures, Springer, 2nd rev. ed., 2007
- R.C. Smith, Smart Material Systems: Model Development (Frontiers in Applied Mathematics), SIAM, 2005
- D. J. Leo, Engineering Analysis of Smart Materials Systems, Wiley, 2007

Name of the module **Electromagnetics 3**					Abbrevation **TET3**
Semester **1**	Ref. semester **3**	Term **WS, biannual**	Duration **1 semester**	Weekly hours **3**	Credits **4**

Responsible lecturer Romanus Dyczij-Edlinger

Lecturer(s) Romanus Dyczij-Edlinger

Level of the unit Master Systems Engineering: ICS Supplement

Entrance requirements For graduate students: none
Recommended: at least on course on electromagnetic fields.

Assessment / Exams Oral final exam

Course type / Weekly hours Lecture (weekly): 3 h

Total workload

Classes:	45 h
Private studies:	45 h
Exam preparation	30 h
Total:	120 h

Grading Final exam: 100 %

Aims/Competences to be developed
Students understand and know to apply advanced theoretical concepts of classical electromagnetic.

Content
- Reciprocity theorems and Telegen's Theorem at the fields level.
- Causality: general concepts, Kramers-Kronig relations, Hilbert transformation.
- Forces: the Maxwell stress tensor; energy methods: virtual displacement.
- Impulse of the electromagnetic field.
- Wave propagation in dispersive media and plasma.
- Equivalence principle: Huygens, Stratton-Chu, Franz.
- Relativistic electromagnetic: Lorentz transformation.

Additional information Language: English
Lecture notes: available at www.lte.uni-saarland.de

Literature:
J.D. Jackson, *Classical Electrodynamics*. Wiley; 3rd edition, 1998.
R.F. Harrington, *Time-Harmonic Fields.* Wiley-IEEE Press; 2nd edition, 2001.
R.E. Collin, *Field Theory of Guided Waves*. Wiley-IEEE Press; 2 edition, 1990.
D.M. Pozar, *Microwave Engineering*. Wiley; 3 edition, 2004.
J.A. Stratton, *Electromagnetic Theory*. Wiley-IEEE Press, 2007.
E.J. Rothwell, M.J. Cloud, *Electromagnetics*. CRC Press; 2 edition, 2008.

Name of the module **Electromagnetics 4**					Abbrevation **TET4**
Semester **2**	Ref. semester **4**	Term **SS, biannual**	Duration **1 semester**	Weekly hours **3**	Credits **4**

Responsible lecturer Romanus Dyczij-Edlinger

Lecturer(s) Romanus Dyczij-Edlinger

Level of the unit Master Systems Engineering: ICS Supplement

Entrance requirements For graduate students: none
Recommended: at least on course on electromagnetic fields.

Assessment / Exams Oral final exam

Course type / Weekly hours Lecture (weekly): 3 h

Total workload

Classes:	45 h
Private studies:	45 h
Exam preparation	30 h
Total:	120 h

Grading Final exam: 100 %

Aims/Competences to be developed

Students are familiar with differential forms and able to formulate classical electromagnetics in terms of differential forms.

Content

Exterior algebra, k forms and d operator, integrator, star operator, the Stokes Theorem, complices, homology, dual spaces and co-homology, Lie derivative, Laplace operator and space-time, Clifford algebra, electromagnetic Lagrange function, energy-impulse tensor.

Additional information

Language: English
Literature:
P. Bamberg, S. Sternberg, *A Course in Mathematics for Students of Physics: vol. 1 and vol. 2.* Cambridge University Press, 1991.
M. Spivak, *A Comprehensive Introduction to Differential Geometry, vol. 1*, Publish or Perish; 3rd edition, 1999.

Name of the module **Electrotechnical extensions to model order reduction**					Abbrevation **EStoMOR**
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
3	**3**	**Each WS**	**1 Semester**	**1**	**1**

Responsible lecturer	Ortwin Farle
Lecturer(s)	Ortwin Farle
Level of the unit	Master Systems Engineering: Category supplementary courses
Entrance requirements	For graduate students: none
Assessment / Exams	Oral final exam
Course type / Weekly hours	3 weeks: Lecture 2 h (weekly) Tutorial 1 h (weekly)
Total workload	Classes: 9 h Private studies: 21 h Total: 30h
Grading	Final exam: 100 %

Aims/Competences to be developed

Students

- are familiar with model order reduction methods used in computational electromagnetics,
- are able to expediently choose from different model order reduction methods,
- know how to model electromagnetic systems to facilitate the subsequent application of model order reduction techniques.

Content

- Order reduction of parametric eigenvalue problems
- Application of model order reduction to electromagnetic fields simulation
- Partial realization
- Order reduction for the finite element method
- Port-Hamiltonian systems

Additional information

Language: English

Literature: Lecture notes are available online

- Y. Zhu, A. C. Cangellaris. Multigrid Finite Element Methods for Electromagnetic Field Modeling. Wiley-IEEE Press 2006
- A. van der Schaft, D. Jeltsema: Port-Hamiltonian Systems Theory: An Introductory Overview. Now Publishers Inc. 2014

Future Media Internet /Multimedia Transport/Internet Transport					**FMI/MT**
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1, 3	3	WS	1 Semester	6	9

Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet
Lecturer(s)	Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet
Level of the unit	Bachelor Informatik Master Informatik, Extended Courses Master Systems Engineering, Wahlbereich
Entrance requirements	For graduate students: none Motivation for networks and communication, practical experience (e.g. through Hands on Networking) is recommended. Knowledge of the fundamentals of communication (e.g. through Digital Transmission & Signal Processing) is recommended
Assessment / Exams	Regular attendance of classes and tutorials. Eligibility for exam through quizzes and assignments. Final exam A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester
Course type / Weekly hours	4h lectures + 2 h tutorial = 6 h (weekly)
Total workload	9 CPs = 90 h of classes and 180 h of private study
Grading	Will be determined from performance in exams, quizzes and assignments. The exact modalities will be announced at the beginning of the module

Aims/Competences to be developed

Today the majority of all services is available via Internet-connections. Other than in the past this comprises not only data- but also media-services (like Voice Over IP or Video Streaming) and even Cyber-Physical Systems with their networked control loops.
The course introduces the basic characteristics of Internet-based communication (packetization on different layers, packet error detection and correction). It shows how existing protocols like HTTP, TCP and UDP can be shaped and evolved to fulfill the service requirements and how new protocols should be designed to serve the large variety of services.

Content

- Introcudion of *EverythingoverIP* and *IPoverEverything*
- Theory of erasure channels (i.i.d, Gilbert-Elliott, channel capacity, minimum redundancy information)
- Wireless link layers (WiFi, PHY-bursts, Logical Link Control with DCF & EDCA, aggregation and ACK-techniques)
- Frame Check Sums, Cyclic Redundancy Checks
- Time Sensitive Networking
- Transport Layer services (flow control, congestion control, error control, segmentation and reassembly)
- QUIC media transport
- Error Coding under predictable reliability and latency (MDS-codes, binary codes)
- Upper layer protocols (HTTP, RTP/RTSP, DASH)

Additional information

Language: Englisch

Literature:
The course will come with a self contained interactive manuscript. Complementary material will be announced before the start of the course on the course page on the Internet.

This module was formerly also known as *Future Media Internet* and *Multimedia Transport*

Modul **Laser in Material Processing**					Abk.
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **jährlich SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **4**	ECTS-Punkte **5**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. K. König
Dozent/inn/en	Prof. Dr. K. König
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Wahlbereich
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche Abschlussklausur, mündliche Wiederholungsprüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	4 SWS Vorlesung inklusiv 2 Praktika (2X4 SWS) max. Gruppengrösse: 24
Arbeitsaufwand	52 h Vorlesung 8 h Praktika 60 h Vor- und Nachbereitung 40 h Klausurvorbereitung
Modulnote	Prüfungsnote

Lernziele/Kompetenzen

- Verständnis von Laserapplikationen im Maschinenbau
- Verständnis von Laser-Material- Wechselwirkungen
- Laserschutz-Kenntnisse
- Grundlagen Laser-Materialbearbeitung
- Praktisches Arbeiten an Laser-Nanoprocessing-Mikroskopen
- Kenntnisse in der Laser-Nanostrukturierung
- Kenntnisse in Analyse-Systemen

Inhalt

-Laserschutz
-Optische Eigenschaften von Materialien
-Laser-Material-Wechselwirkungen
-Industrie-Laser in der Materialbearbeitung
-Laserbohren, Laserschneiden, Laserschweissen, Laser-Beschichten. Laser-Härten, Laser-Polieren
-Laser-induzierte Plasmageneration
-UV-Laserlithographie
-3D-Zweiphotonen-Nanolithographie
-AFM und weitere Analysesysteme
-Praktikum auf dem Campus in Saarbrücken
-Vorträge externer Laserexperten

Weitere Informationen

Option: Zertifikat als Laserschutzbeauftragter (laser safety officer). Der Erhalt des Zertifikats erfordert den Erwerb der Broschüre „Laser in Material Processing“

Unterrichtssprache:Englisch

Literaturhinweise:
-Kannatey-Asibu: Laser Materials Processing, Wiley 2009
-Hügel/Graf: Laser in der Fertigung, Vieweg+Teubner 2009
-Unfallverhütungsvorschrift Laserstrahlung BGVB2

Modul **Laser in Medicine and Nanobiotechnology**					Abk.
Studiensem. **1,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **4**	ECTS-Punkte **5**

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. K. König

Dozent/inn/en Prof. Dr. K. König

Zuordnung zum Curriculum Bachelor Physik Wahlpflichtbereich
Master Systems Engineering, Wahlbereich

Zulassungsvoraussetzungen keine

Leistungskontrollen / Prüfungen Benotete schriftliche Prüfung (Klausur),
mündliche Nachprüfung

Lehrveranstaltungen / SWS 4 SWS Vorlesung inklusiv 2 Praktika (2X4 SWS) max.
Gruppengrösse: 24

Arbeitsaufwand 52 h Vorlesung
8 h Praktika
60 h Vor- und Nachbereitung
40 h Klausurvorbereitung

Modulnote Prüfungsnote

Lernziele/Kompetenzen

- Verständnis von Biophotonik
- Verständnis von Laser-Zelle-Gewebe Wechselwirkungen
- Laserschutz-Kenntnisse
- Grundlagen Laser-Gewebebearbeitung
- Praktisches Arbeiten an Lasersystemen
- Kenntnisse in der optischen Diagnostik und Laser-Therapie
- Kenntnisse in der hochauflösenden Bildgebung + optischen Nanochirurgie

Inhalt

-Laserschutz & Lasertechnologie
-Gewebeoptik
-Laser-Gewebe-Wechselwirkungen
-Laser in der Diagnostik (Fluoreszenz, Remission, Photoakustik, OCT)
-Lasermikroskopie (Fluoreszenz/CLSM/TPM, Raman, CARS, SHG, STED)
-Optische Gen- und Proteindetektion (FISH, FRET, GFP, FLIM)
-Nanoskalpell, optische Transfektion
-Thermische und photochemische Effekte
-Multiphotonen-Tomographie
-Hochauflösende Bildgebung
-Laserchirurgie (LASIK etc)
-Praktikum auf dem Campus in Saarbrücken und in Homburg
-Vorträge externer Laserexperten

Weitere Informationen

Option: Zertifikat als Laserschutzbeauftragter (laser safety officer). Der Erhalt des Zertifikats erfordert den Erwerb der Broschüre „Laser in Nanobiotechnology and Medicine“.

Unterrichtssprache: Englisch
Literaturhinweise:
-Becker: Advanced time-correlated single photon counting techniques, Springer
-Periasamy: Cellular Imaging, Oxford
-Unfallverhütungsvorschrift Laserstrahlung BGVB2

Modul **Materialmodellierung**					Abk. **MaMo**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r Diebels

Dozent/inn/en Diebels

Zuordnung zum Curriculum
Master Materialwissenschaft, Wahlpflicht
Master Werkstofftechnik, Wahlbereich
Master Systems Engineering, Wahlbereich

Zulassungsvoraussetzungen Kenntnisse aus **KonM** werden empfohlen

Leistungskontrollen / Prüfungen Schriftliche oder mündliche Prüfung
(Bekanntgabe des Modus zu Beginn der Vorlesung)

Lehrveranstaltungen / SWS V2 Ü1

Arbeitsaufwand

15 Wochen, 3 SWS	45 h
Vor- und Nachbereitung, Prüfung	75 h
Summe	120 h (4 CP)

Modulnote

Lernziele/Kompetenzen

- Grundkonzepte der Materialmodellierung bei inelastischem Verhalten anhand von
- rheologischen Modellen
- Formulierung von Materialmodellen im Rahmen der nichtlinearen Kontinuumsmechanik

---

Inhalt

- Eindimensionale rheologische Modelle linearen viskoelastischen und elasto-plastischen Materialverhaltens
- Einbettung des Konzepts interner Variablen in den Rahmen der nichtlinearen Kontinuumsmechanik
- Formulierung thermomechanisch konsistenter, viskoelastischer und elasto-plastischer Materialmodelle
- Aspekte der numerischen Umsetzung der nichtlinearen Modelle

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:
Skript zur Vorlesung

Modul: **Mikroelektronik 4**					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	**2**	**Jedes SS**	**1 Semester**	**3**	**4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu
Zuordnung zum Curriculum [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich]	Master Systems Engineering, Wahlbereich
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Vorraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Präsentation einer Arbeit und mündliche Befragung am Semesterende
Lehrveranstaltungen / SWS [ggf. max. Gruppengröße]	1 Vorlesung: 2SWS 1 Übung: 1SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung: 15 Wochen à 2 SWS = 30 h Präsenzzeit Übung: 14 Wochen à 1 SWS = 14 Stunden Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung: 46 Stunden Klausurvorbereitung: 30 Stunden
Modulnote	Abschlußprüfung

Lernziele/Kompetenzen
Wie Mikroelektronik in Systemen, insbesondere zur Ansteuerung reeller Anwendungen wie Displays eingesetzt wird. Es schließt Systempartitionierung, Design und Algorithmen ein.

Inhalt

- HV circuit (charge pump, level shifter, hv driver)
- Automotiver Lampentreiber
- Power Management (LDO, Schaltnetzteile)
- Low Power Design
- Licht, Farbe und Visuelle Effekte
- PM-LCD Display Steuerung
- AM-LCD Display (TFT) Steuerung
- PM-OLED Display Steuerung
- AM-OLED Display Steuerung
- Weitere Themen je nach Auswahl der Studierenden

Weitere Informationen
Unterrichtssprache: deutsch
Literatur: Vorlesungsfolien, Veröffentlichungen

Modul **Numerische Mechanik**					Abk. **NuMech**
Studiensem. **3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r Diebels

Dozent/inn/en Diebels

Zuordnung zum Curriculum Master Materialwissenschaft, Wahlbereich
Master Werkstofftechnik, Wahlbereich
Master Systems Engineering, Wahlbereich

Zulassungsvoraussetzungen keine

Leistungskontrollen / Prüfungen Schriftliche oder mündliche Prüfung
(Bekanntgabe zu Beginn des Semesters)

Lehrveranstaltungen / SWS V2 Ü1

Arbeitsaufwand

15 Wochen, 3 SWS	45 h
Vor- und Nachbereitung, Prüfung	75 h
Summe	120 h (4 CP)

Modulnote

Lernziele/Kompetenzen

- Numerische Lösung linearer und nichtlinearer Gleichungssysteme
- Numerische Differentiation und Integration
- Numerische Lösung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen

---

Inhalt

- Behandlung linearer und nichtlinearer Gleichungen
- Methoden der numerischen Differentiation und Integration von Funktionen
- Lösungsmethoden für gewöhnliche Differentialgleichungen (Differenzenmethode, Runge-Kutta-Methoden)
- Lösungsmethoden für partielle Differentialgleichungen (Finite Differenzen, Finite Volumen, Finite Elemente)

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:
Skript zur Vorlesung

Modul **Systeme für die Messung von Gasen**					Abk. **SMG**
Studiensem. **1,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r PD Dr. Tilman Sauerwald

Dozent/inn/en PD Dr. Tilman Sauerwald

Zuordnung zum Curriculum Master Systems Engineering, Wahlbereich

Zulassungsvoraussetzungen Keine formalen Voraussetzungen

Leistungskontrollen / Prüfungen
- Mündliche Prüfung
- Bearbeitung eines Themas aus dem Spektrum der Vorlesung und Präsentation im Rahmen eines Seminarvortrags

Lehrveranstaltungen / SWS Vorlesung und begleitendes Seminar, 3SWS, V2 S1

Arbeitsaufwand

• Vorlesung + Seminarvorträge 15 Wochen 2 SWS	30 h
• Vor- und Nachbereitung	30 h
• Übungsaufgaben	20 h
• Eigenständige Bearbeitung eines Themas aus dem Spektrum der Vorlesung	25 h
• Dokumentation und Vortrag	15 h

Modulnote Endnote wird berechnet aus den Teilnoten mündliche Prüfung und Seminarvortrag (70:30)

Lernziele/Kompetenzen
Die Studierenden erwerben Kenntnisse in den Grundlagen der Gasmesstechnik und der Analytik von Gasgemischen. Der Erwerb dieser Kenntnisse wird durch Übungsaufgaben unterstützt. Es werden verschiedene chemische und physikalische Messprinzipien vorgestellt, die in Gasmesssystemen verwendet werden. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf Halbleitergassensoren, bei denen vertieft auf den aktuellen Entwicklungen und Trends eingegangen wird. Ausgewählte Trends werden von den Studierenden eigenständig im Rahmen eines Seminarvortrags erarbeitet. Die Integration von Sensoren in ein Sensorsystem wird an Hand von Beispielen vermittelt. Die Studierenden lernen daran die Anforderungen verschiedener Anwendungen im Systemdesign zu berücksichtigen.

Inhalt
- Grundbegriffe der Gasmesstechnik;
- Übersicht über verschiedene chemische und physikalische Messprinzipien
  - Wärmeleitfähigkeitsdetektor
  - IR-Absorption
  - Massenspektrometrie
  - Ionenmobilitätsspektroskopie
  - Photoionisationsdetektor
  - Flammenionisationsdetektor
  - Resistive Halbleitersensoren
  - Elektrochemische Zellen

- Pellistoren
- Chemoluminiszenz

- Einführung in analytische Referenzmethoden für die Gasmessung
  - Gaschromatographie
  - FTIR
  - Massenspektrometer
- Sensorsysteme für die Messung von Gasen
  - Einzelsensorsysteme
  - Multisensorsystem und virtuelle Multisensoren
  - Adaptierbare Multisensorsysteme, Elektronische Nasen
  - MEMS Sensorsysteme
- Trends in der Gasmesstechnik
  - Materialien für sensitivere und selektivere Sensoren
  - Zukünftige Anwendungsfelder (Luftgütemessung, medizinische Anwendungen)

Weitere Informationen
Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend im Internet zum Download bereitgestellt; begleitende Übungen werden durchgeführt. Die Vorlesung ist kombiniert mit einem Seminar, in dem die Teilnehmer eigenständig Teilthemen erarbeiten und präsentieren.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

- P. J. Baugh, Gaschromatographie, Eine anwendungsorientierte Darstellung, vieweg, 1993
- S. Bouchonnet, Introduction to GC-MS coupling , CRC Press, 2013 (als E-Book erhältlich)
- K. Cammann, Instrumentelle Analytische Chemie, Spektrum Lehrbuch, 2001
- J.H. Gross, Massenspektrometrie, Ein Lehrbuch, Springer (als E-Book erhältlich)
- C. D. Kohl, Th. Wagner, Gas Sensing Fundamentals, Springer 2014
- W. Göpel, J. Hesse, J.N. Zemel; Sensors - A Comprehensive Survey Herausgeber Sensors VCH Volume 2-3 ,Weinheim 1992
- P. Gründler, Chemische Sensoren – Eine Einführung für Naturwissenschaftler und Ingenieure, Springer Berlin Heidelberg New York, 2003
- E. Comini, Guido Faglia, Giorgio, Sberveglieri, Solid State Gas sensing, Springer Berlin Heidelberg New York, 2009
- J. W. Gardner, V.K. Varadan, O. O. Awadelkarim, Microsensors MEMS and Smart Devices, John Wiley, 2001
- M.J. Madou, S. R. Morrison, Chemical Sensing with Solid State Devices, Academic Press, 1989
- M. Fleischer, M. Lehmann, Solid State Gas Sensors – Industrial Application, Springer 2012

Modul **Systeme mit aktiven Materialien 1**					Abk. **SAM1**
Studiensem. **1**	Regelstudiensem. **1**	Turnus **Jedes WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. habil. Klaus Kuhnen
Dozent/inn/en	Dr.-Ing. habil. Klaus Kuhnen
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Wahlbereich
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche oder mündliche Prüfung nach Abschluss der Lehrveranstaltung
Lehrveranstaltungen / SWS	Blockkurs im Umfang von 30 Stunden Präsenzzeit. Lehrveranstaltungstermine werden am Beginn des Semesters am Internet angekündigt.
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 30 h Vor- und Nachbereitung, Prüfungsvorbereitung: 60 h Summe: 90 h (3 CP)
Modulnote	Prüfungsnote

Lernziele/Kompetenzen
Studierende
- sind mit aktiven Materialen und ihren Eigenschaften vertraut;
- verstehen wesentliche Konzepte der Hysteresemodellierung;
- kennen Methoden zur Kompensation gedächtnisbehafteter Nichtlinearitäten.

Inhalt
Die Lehrveranstaltung behandelt die Grundlagen der Kompensation von komplexen gedächtnisbehafteten Nichtlinearitäten wie sie typischerweise durch das Übertragungsverhalten multifunktionaler Werkstoffe erzeugt werden und somit in Systemen mit aktiven Materialien auftreten. Zu den aktiven Materialien zählen vor allem piezoelektrische Keramiken, elektro- und magnetostriktive Werkstoffe aber auch thermisch und magnetisch aktivierte Formgedächtnislegierungen sowie elektroaktive Polymere und einige andere mehr. Diese Materialien haben gemeinsam, dass ihr Übertragungsverhalten wesentlich durch komplexe ratenunabhängige Hystereseprozesse bestimmt wird. Diese Hystereseeffekte werden zudem je nach Material und Betriebsbedingungen mehr oder weniger stark von weiteren ratenabhängigen Gedächtniseffekten überlagert.
Im ersten Teil "Grundlagen" werden aufbauend auf der Theorie der Hystereseoperatoren in sich geschlossene Entwurfsverfahren für inverse Filter entwickelt, die zur Kompensation von komplexen hysteresebehafteten Nichtlinearitäten geeignet sind. Danach erfolgt die Behandlung ratenabhängiger Kriecheffekte und zusätzlicher externer Einflussgrößen.

Weitere Informationen Die Lehrveranstaltung wird als Block angeboten.
Unterrichtssprache: deutsch
Literaturhinweise: Kuhnen, K.: *Kompensation komplexer gedächtnisbehafteter Nichtlinearitäten in Systemen mit aktiven Materialien.* Shaker Verlag, Aachen, 2008.

Modul **Systeme mit aktiven Materialien 2**					Abk. **SAM2**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. habil. Klaus Kuhnen
Dozent/inn/en	Dr.-Ing. habil. Klaus Kuhnen
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Wahlbereich
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen Empfehlung: Systeme mit aktiven Materialien 1
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche oder mündliche Prüfung nach Abschluss der Lehrveranstaltung
Lehrveranstaltungen / SWS	Blockkurs im Umfang von 30 Stunden Präsenzzeit. Lehrveranstaltungstermine werden am Beginn des Semesters am Internet angekündigt.
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 30 h Vor- und Nachbereitung, Prüfungsvorbereitung: 60 h Summe: 90 h (3 CP)
Modulnote	Prüfungsnote

Lernziele/Kompetenzen

Studierende kennen wichtige Anwendungsmöglichkeiten aktiver Materialien und sind mit der praktischen Umsetzung von Kompensationsmethoden für gedächtnisbehaftete Nichtlinearitäten vertraut.

Inhalt

Die Lehrveranstaltung behandelt Anwendungen der Kompensation von komplexen gedächtnisbehafteten Nichtlinearitäten wie sie typischerweise durch das Übertragungsverhalten multifunktionaler Werkstoffe erzeugt werden und somit in Systemen mit aktiven Materialien auftreten. Zu den aktiven Materialien zählen vor allem piezoelektrische Keramiken, elektro- und magnetostriktive Werkstoffe aber auch thermisch und magnetisch aktivierte Formgedächtnislegierungen sowie elektroaktive Polymere und einige andere mehr. Diese Materialien haben gemeinsam, dass ihr Übertragungsverhalten wesentlich durch komplexe ratenunabhängige Hystereseprozesse bestimmt wird. Diese Hystereseeffekte werden zudem je nach Material und Betriebsbedingungen mehr oder weniger stark von weiteren ratenabhängigen Gedächtniseffekten überlagert. Im zweiten Teil "Anwendungen" wird das praktische Einsatzpotential der Entwurfsverfahren an praktischen Beispielen aus der Festkörperaktorik, der Schwingungsdämpfung und der Mikropositioniertechnik verdeutlicht.

Weitere Informationen Die Lehrveranstaltung wird als Block angeboten.
Unterrichtssprache: deutsch
Literaturhinweise: Kuhnen, K.: *Kompensation komplexer gedächtnisbehafteter Nichtlinearitäten in Systemen mit aktiven Materialien.* Shaker Verlag, Aachen, 2008.

Modul **Systemtheorie und Regelungstechnik 2**					Abk. **SR2**
Studiensem. **5**	Regelstudiensem. **5**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **5**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. J. Rudolph	
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. habil. J. Rudolph	
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Systems Engineering, Fächergruppe Integrierte Systeme Master Systems Engineering, Wahlbereich	
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen	
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche oder mündliche Prüfung	
Lehrveranstaltungen / SWS	Systemtheorie und Regelungstechnik 2: 3 SWS – 2V+1Ü	
Arbeitsaufwand	Vorlesung und Übung Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung	45 h 60 h 45 h
Modulnote	Note der Prüfung	

Lernziele/Kompetenzen

Verständnis für die systemtheoretischen Grundlagen linearer Systeme sowie für den Entwurf linearer Steuerungen, Regler und Beobachter.

Inhalt

Es werden allgemeine lineare zeitinvariante Systeme (endlicher Dimension) behandelt.

- *Einführung:*
  Systemdarstellung und Linearisierung
- *Analyse der Systemstruktur, Trajektorienplanung und Steuerung:*
  Polynom-Matrix-Darstellung, Autonomie und Spalten-Hermite-Form, Reduktion, Transformation, Basisgrößen, Kriterien für (Nicht-)Steuerbarkeit, Trajektorienplanung
- *Eingang und Zustand:*
  Wahl eines Eingangs, Zustandskonzept, Steuerbarkeitskriterien für Systeme in Zustandsdarstellung (z.B. Hautus-Kriterium, Kalman-Kriterium), Kalmansche Zerlegung
- *Regelung durch Zustandsrückführung:*
  Stabile Folgeregelung mittels Zustandsrückführung, Folgeregelung bei Messung einer Basis, Beobachterentwurf (Beobachtbarkeit, vollständige und reduzierte Beobachter)

Der Lehrstoff wird in Vorlesungen und Übungen anhand technologischer Beispiele diskutiert und vertieft.

Weitere Informationen

Literaturhinweise:

[1] Kailath, T., Linear Systems, Prentice-Hall, Englewood Cliffs (1980).
[2] Reinschke, K., Lineare Regelungs- und Steuerungstheorie, Springer, Berlin (2006).
[3] MacDuffee, C. C., The Theory of Matrices, Chelsea Publishing Company, New York (1946).
[4] Wolovich, W. A., Linear Multivariable Systems, Springer, New York (1974).

Neben einem ausgearbeiteten Skriptum werden umfangreiche Lösungen zu den Übungsaufgaben sowie Programme zur Simulation ausgewählter Systeme aus Vorlesung und Übung zur Verfügung.

Modul **Systemtheorie und Regelungstechnik 5**					Abk. **SR5**
Studiensem. **3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **alle 2 Jahre**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Joachim Rudolph	
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Joachim Rudolph	
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Wahlbereich	
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen	
Leistungskontrollen/Prüfungen	Schriftliche oder mündliche Prüfung	
Lehrveranstaltungen/SWS	Systemtheorie und Regelungstechnik 5: 3 SWS – 2V+1Ü	
Arbeitsaufwand	Vorlesung + Übungen 15 Wochen à 3 SWS	45 h
	Vor- und Nachbereitung	45 h
	Prüfungsvorbereitung	30 h
Modulnote	Note der Prüfung	

Lernziele/Kompetenzen

Die Hörer sollen in die Lage versetzt werden, nicht nur Regelungsaufgaben besser lösen zu können, sondern auch die aktuelle Fachliteratur besser zu verstehen, einzuordnen und zu verwenden.

Inhalt

Es werden moderne Methoden der Beschreibung und der Analyse nichtlinearer endlichdimensionaler Systeme eingeführt und auf deren Basis Verfahren zur Regelung und zum Beobachterentwurf für diese Systeme diskutiert.

Der genaue Inhalt der Vorlesung richtet sich nach den aktuellen Bedürfnissen. Beispiele von Themen:
- Differentialgeometrische und differentialalgebraische Beschreibung nichtlinearer Systeme
- Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Identifizierbarkeit
- Zeitskalen
- Symmetrien
- Stabilität, Stabilisierung
- Verfahren zur Bestimmung nicht direkt gemessener Größen (Beobachterentwurf, Identifikation)

Weitere Informationen

Literaturhinweise:
[1] Slotine, J.-J. E. und Li, J. W., Applied Nonlinear Control, Prentice-Hall, 1991.
[2] Nijmeijer, H. und van der Schaft, A. J., Nonlinear Dynamical Control Systems, Springer Verlag, 1990.
[3] Isidori, A., Nonlinear Control Systems, Springer Verlag, 1995.
[4] Khalil, H., Nonlinear Systems, Prentice-Hall, 1996.

Unterrichtssprache: Deutsch, (Englisch oder Französisch nach Wunsch der Hörer)

Modul **Ultrasound Imaging**					Abk.
Studiensem. **1**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **WS**	Dauer **1 Sem**	SWS **2**	ECTS-Punkte **2**

Responsible lecturer	Dr. Marc Fournelle, Fraunhofer IBMT, Ensheimer Str 48, D-66386 St. Ingbert marc.fournelle@ibmt.fraunhofer.de +49 6894 980 220
Lecturer(s)	Dr. Marc Fournelle
Level of the unit	Systems Engineering, Informatik, Visual Computing
Entrance requirements	none
Assessment / Exams	Oral or written exam (depending on number of participants)
Course type / Weekly hours	2
Total workload	60 h = 30 h classes and 30 h private study
Grading	Final exam mark

Aims/Competences to be developed

Understanding of ultrasound physics (wave propagation, effects such as scattering, reflection, transmission..) and ultrasound signal processing. Knowledge of the different medical and technical imaging modalities. Knowledge of ultrasound system setup and components (electronics/transducer). Understanding of imaging methods and reconstruction algorithms.

Content

The lecture deals with the generation, propagation, detection and processing of ultrasound waves and signals. The fundamental physical effects are presented as well as the mathematical tools to describe them. Ultrasound signal processing is as well discussed. This includes processing methods for basic signals (convolution, extraction of amplitude information) as well as complex reconstruction algorithms allowing the transfer from signal to image data (beamforming). The different imaging modalities that are currently used in medical diagnostics (B-mode, Doppler..) are presented as well as technical imaging methods (sonar).

Additional information

The lecture can be followed from semester 1 by students with good mathematics/physics skills. However, semester 3 is recommended.

Language: Englisch

Literature:

Modul **Seminare aus der Elektronik und Schaltungstechnik**					Abk. **SEMEL**
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Eine bestandene Prüfung in dem jeweiligen für das Seminar relevanten Fach High Frequency Engineering oder High Speed Electronics wird vorausgesetzt.
Leistungskontrollen / Prüfungen	Ausarbeitung und Präsentation eines Vortrags zu einem aktuellen Thema aus dem angebotenen Themenbereich, sowie regelmäßige Teilnahme am Seminar (eine Verhinderung ist beim Seminarleiter im Vorfeld bevorzugt per Email zu entschuldigen / bei mehr als zweimaligem Fehlen gilt das Seminar als nicht bestanden).
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Seminar
Arbeitsaufwand	Gesamt 90 Stunden, davon • Präsenzzeit Seminar 8 Wochen à 2 SWS = 16 Stunden • Vorbereitung und Dokumentation Seminarbeitrag = 74 Stunden
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Die Teilnehmer lernen sich in aktuelle Themen aus der Elektronik und Schaltungstechnik 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 der Elektronik und Schaltungstechnik (Themen werden jeweils zu Beginn des Semesters bekannt gegeben)

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise: Literatur wird im Rahmen der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

Modul **Seminare aus Sprach- und Signalverarbeitung**					Abk.
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **4/7**

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Dietrich Klakow

Dozent/inn/en Prof. Dr. Dietrich Klakow

Zuordnung zum Curriculum Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare

Zulassungsvoraussetzungen Voraussetzung ist ein Bachelorabschluss in einem technischen Fach

Leistungskontrollen / Prüfungen Ausarbeitung und Präsentation eines Vortrags zu einem aktuellen Thema aus dem angebotenen Themenbereich sowie regelmäßige Teilnahme am Seminar (an allen Termine muss teilgenommen werden, es sei denn es liegt ein Attest vor).

Lehrveranstaltungen / SWS 2SWS Seminar

Arbeitsaufwand 120h bis zum Halten eines Vortrages (4 CP)
210h für Vortrag und Verfassen eines wissenschaftlichen Berichts (7CP)

Modulnote Benotet

Lernziele/Kompetenzen

- Verstehen anspruchsvoller wissenschaftlicher Publikationen
- Präsentationstechniken
- Fähigkeit einen technischen Bericht zu erstellen

Inhalt

Das Seminar wird jeweils zu einem spezifischen Thema durchgeführt, zu dem dann aktuelle wissenschaftliche Arbeiten als Vortragsthemen vergeben werden.

Weitere Informationen

Used Media: Powerpoint, Tafel

Unterrichtssprache: Englisch nach Wunsch der Teilnehmer (Deutsch in Ausnahmen)

Literaturhinweise: Wird für die jeweiligen Vorträge angepasst zur Verfügung gestellt

Modul **Seminare aus Theoretischer Elektrotechnik**					Abk. **S-TE**
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Romanus Dyczij-Edlinger
Dozent/inn/en	Romanus Dyczij-Edlinger
Zuordnung zum Curriculum	Master CuK, Kategorie Seminare Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen Empfehlung: Computational Elektromagnetics 1 oder 2 oder Methoden der Modellordnungsreduktion
Leistungskontrollen / Prüfungen	Ausarbeitung und Präsentation eines Vortrags zu einem aktuellen Thema der Theoretischen Elektrotechnik sowie Teilnahme an mindestens 80% der Seminarvorträge.
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Seminar
Arbeitsaufwand	Gesamt 90 Stunden, davon • Präsenzzeit Seminar 8 Wochen à 2 SWS = 16 Stunden • Vorbereitung Seminarbeitrag = 74 Stunden
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Die Teilnehmer lernen sich in aktuelle Themen der Theoretischen Elektrotechnik einzuarbeiten und die gewonnenen Erkenntnisse in einem wissenschaftlichen Vortrag zu präsentieren.

Inhalt: ***Aktuelle Themen der Theoretischen Elektrotechnik***

Arbeitsgebiete werden vor Beginn des Semesters in der Internet-Ankündigung der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch oder Englisch

Literaturhinweise: Literatur wird in der Einführungsveranstaltung zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.

Modul **Seminare zur Produktionstechnik**					Abk. **SEMPT**
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes SS+WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Dirk Bähre
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Dirk Bähre, Prof. Dr.-Ing. Markus Stommel und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Ausarbeitung und Präsentation eines Vortrags zu einem aktuellen Thema aus dem angebotenen Themenbereich sowie Teilnahme an mindestens 80% der Seminarvorträge.
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Seminar
Arbeitsaufwand	Gesamt 90 Stunden, davon • Präsenzzeit Seminar 8 Wochen à 2 SWS = 16 Stunden • Vorbereitung und Dokumentation Seminarbeitrag = 74 Stunden
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen
Ziel des Moduls ist die Vermittlung und praxisorientierte Anwendung von Wissen zur Bearbeitung fertigungstechnischer Aufgabenstellungen. Neben fachspezifischem Fach- und Methodenwissen erlernen und üben die Studenten insbesondere die Verbindung von theoretischen Ansätzen und praktischem Vorgehen, das Arbeiten in Teams, den Umgang mit Komplexität und Unschärfe, sowie kreatives Arbeiten. Die Lehrveranstaltung befähigt die Studenten, wissenschaftliche oder industrielle Aufgabenstellungen aus der Produktionstechnik ganzheitlich zu bearbeiten und die Ergebnisse in nachvollziehbarer Form zu dokumentieren und zu präsentieren.

Inhalt
Einführungsveranstaltung mit Erläuterung der Aufgabenstellung; Einarbeitung in das Umfeld der Aufgabenstellung; Aufbereitung und Anwendung von Fachwissen und Methoden; Ist-Analyse; Erarbeitung, Erprobung und Bewertung von Lösungsansätzen; selbstorganisierte Teamarbeit; Dokumentation; Präsentation

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise: Literatur wird im Rahmen der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

Modul **Seminar zu Simulationsmethoden im Maschinenbau**					Abk. **SEMSM**
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Stefan Diebels
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Stefan Diebels, Prof. Dr.-Ing. Markus Stommel, Prof. Dr.-Ing. Dirk Bähre und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Ausarbeitung und Präsentation eines Vortrags zu einem aktuellen Thema aus dem angebotenen Themenbereich, sowie regelmäßige Teilnahme am Seminar.
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Seminar
Arbeitsaufwand	Gesamt 90 Stunden, davon • Präsenzzeit Seminar 8 Wochen à 2 SWS = 16 Stunden • Vorbereitung und Dokumentation Seminarbeitrag = 74 Stunden
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Die Teilnehmer lernen sich in aktuelle Themen über Simulationsmethoden im Maschinenbau 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 über Simulationsmethoden im Maschinenbau (Themen werden jeweils zu Beginn des Semesters bekannt gegeben)

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise: Literatur wird im Rahmen der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

Modul **Seminare zu Materialien der Mikroelektronik**					Abk. **SMdM**
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem

Dozent/inn/en Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem und Mitarbeiter

Zuordnung zum Curriculum Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare

Zulassungsvoraussetzungen keine formalen Voraussetzungen

Leistungskontrollen / Prüfungen Seminarvortrag
Vortrag mit anschließender Diskussion: ca. 1 h

Lehrveranstaltungen / SWS Seminar Materialien der Mikroelektronik

Arbeitsaufwand

Präsenszeit:	30 h
Einarbeitung in die Thematik:	40 h
Vorbereitung des Vortrages:	20 h
Gesamtaufwand	90 h

Modulnote Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Physikalische Grundlagen der Materialien der Mikroelektronik: Elektrische Leitung, Metalle, Halbleiter, Supraleitung, Dielektrika und Ferroelektrika, magnetische Materialien

Inhalt
Das Seminar "Materialien der Mikroelektronik" behandelt ausgewählte Themen der Bereiche Leiter, Halbleiter, Isolatoren und deren Messtechniken.
Neben Grundlagenuntersuchungen stehen hierbei auch Anwendungsaspekte im Blickpunkt der Fragestellungen.

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise: Hilfsblätter zur Vorlesung "Materialien der Mikroelektronik 1/2"

Modul **Seminare aus der Messtechnik**					Abk. **SEMEL**
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze
Dozent/inn/en	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Ausarbeitung und Präsentation eines Vortrags zu einem aktuellen Thema aus dem angebotenen Themenbereich sowie regelmäßige Teilnahme am Seminar (eine Verhinderung ist beim Seminarleiter im Vorfeld bevorzugt per Email zu entschuldigen/bei mehr als zweimaligen Fehlen gilt das Seminar als nicht bestanden).
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Seminar
Arbeitsaufwand	Gesamt 90 Stunden, davon • Präsenzzeit Seminar 8 Wochen à 2 SWS = 16 Stunden • Vorbereitung und Dokumentation Seminarbeitrag = 74 Stunden
Modulnote	Unbenotet

Lernziele/Kompetenzen

Die Teilnehmer lernen, sich in aktuelle Themen der Messtechnik 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 Messtechnik (Themen werden nach Absprache jeweils zu Beginn des Semesters verteilt)

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 **Seminar Advanced Topics in Automation and Energy Systems**					Abbreviation **AESase**
Sem.	Standard period of study	Regular Cycle	Period	SWS	ECTS
1,2,3	**3**	**SoSe, WiSe**	**1 Semester**	**2**	**3**

Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey
Lecturer	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey and Assistants
Program of Studies	• Master Systems Engineering • Category Seminar
Entrance requirements	No formal requirements
Assessment / Exams	Presentation and Documentation
Course type / weekly hours	Seminar 2 SWS
Total workload	90 hrs. for presentation and short documentation (3 CP)
Graduation	Graded

Aims / Competences to be developed

Realization of applied seminar tasks in the field of advanced topics of automation and energy systems as well as professional specialization, project scheduling, hardware or/and software implementation related to the topic, documentation and presentation of the results.

Content: Current topics in the field of automation and energy systems

Current topics in the field of automation and energy systems, which will be announced each semester upon availability / request.

Further information:

Teaching Language: German or English
Literature: Will be provided by the chair if necessary.

Modul **Seminar zu Systemtheorie und Regelungstechnik**					Abk. **SemSR**
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **WS/SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. J. Rudolph
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. J. Rudolph und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Kenntnisse aus Systemtheorie und Regelungstechnik 3 oder 4
Leistungskontrollen / Prüfungen	Vortrag
Lehrveranstaltungen / SWS	Seminar zu Systemtheorie und Regelungstechnik: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenz 30h Vor- / Nachbereitung 60h
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Anhand ausgewählter Aufsätze aus internationalen Fachzeitschriften oder Kapitel aus Fachbüchern sollen Methoden der Modellbildung, der Beschreibung und der Analyse technischer Systeme sowie Verfahren zur Regelung, zum Beobachterentwurf und zur Identifikation, ggf. anhand interessanter Beispielsysteme, exemplarisch erarbeitet sowie den Seminarteilnehmern in einem Vortrag vorgestellt und diskutiert werden. So sollen die Teilnehmer nicht nur lernen, sich aus der Fachliteratur neue Methoden zu erschließen, sondern auch, diese in einem Vortrag angemessen zu präsentieren.

Inhalt

Der Inhalt der Veranstaltung wird jeweils zu Beginn des Semesters festgelegt.

Weitere Informationen

Anmeldung zu Semesterbeginn erforderlich.

Unterrichtssprache: Deutsch, (Englisch oder Französisch nach Wunsch der Hörer)

Literaturhinweise: aktuelle Fachliteratur

Modul					Abk.
Seminar Produktentstehung					**SP2**
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1,2,3	**3**	**Jedes WS/SS**	**1 Semester**	**2-4**	**3-6**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Michael Vielhaber
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Michael Vielhaber und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kategorie Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	- Erfolgreiche Ausarbeitung einer Seminararbeit und Präsentation eines Vortrags zu einem Thema aus dem angebotenen Themenbereich - Regelmäßige Teilnahme am Seminar (mind. 75% der Präsenzzeit)
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Seminar
Arbeitsaufwand	Gesamt 90 Stunden, davon - Präsenzzeit Seminar 8 Wochen à 2 SWS = 16 Stunden - Vorbereitung und Dokumentation Seminarbeitrag = 74 Stunden
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen
Ziel des Moduls ist die Vermittlung und praxisorientierte Anwendung von Wissen zur Bearbeitung komplexer Aufgabenstellungen in den Bereichen Produktentstehung, Produktentwicklung und Konstruktionstechnik. Neben fachspezifischem Fach- und Methodenwissen erlernen und üben die Studenten insbesondere die Verbindung von theoretischen Ansätzen und praktischem Vorgehen, das Arbeiten in Teams, den Umgang mit Komplexität und Unschärfe, sowie kreatives Arbeiten. Die Lehrveranstaltung befähigt die Studenten, wissenschaftliche oder industrielle Aufgabenstellungen aus der Konstruktionstechnik ganzheitlich zu bearbeiten und die Ergebnisse in nachvollziehbarer Form zu dokumentieren und zu präsentieren.

Inhalt
Einführungsveranstaltung mit Erläuterung der Aufgabenstellung; Einarbeitung in das Umfeld der Aufgabenstellung; Aufbereitung und Anwendung von Fachwissen und Methoden; Ist-Analyse; Erarbeitung, Erprobung und Bewertung von Lösungsansätzen; selbstorganisierte Teamarbeit; Dokumentation; Präsentation.

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Konzepte der Produktentstehung/-entwicklung
- Anwendungsgebiete der Produktentstehung/-entwicklung
- Mechatronische Produktentstehung/-entwicklung

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch
Literaturhinweise: Literatur wird im Rahmen der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

Modul **Seminar zur Antriebstechnik**					Abk. **SEMAT**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **WS, SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus	
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus und Mitarbeiter	
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Systems Engineering, Seminare Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare	
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen	
Leistungskontrollen / Prüfungen	Ausarbeitung und Präsentation eines Vortrags zu Themen aus der Antriebstechnik, sowie regelmäßige aktive Teilnahme am Seminar / eine Verhinderung ist beim Seminarleiter im Vorfeld bevorzugt per Email zu entschuldigen / bei mehr als zweimaligem Fehlen gilt das Seminar als nicht bestanden	
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Seminar	
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Seminar 8 Wochen à 2 SWS Vorbereitung und Dokumentation eines Seminarbeitrags	16 h 74 h
	Summe	90 h (3 CP)
Modulnote	Benotet	

Lernziele/Kompetenzen

Die Teilnehmer lernen sich in Themen aus der Antriebstechnik einzuarbeiten und die gewonnenen Erkenntnisse in Form eines wissenschaftlichen Vortrags schlüssig zu präsentieren. Die sich an den Vortrag anschließende Fragerunde schult sowohl den Vortragenden wie auch die anderen Teilnehmer des Seminars im Führen einer wissenschaftlichen Diskussion und vertieft dabei zugleich das vorgetragene Thema fachlich.

Inhalt

- Themen aus der Antriebstechnik werden zu Beginn des Seminars bekannt gegeben
- Hinweise zum Aufbau und Inhalt des wissenschaftlichen Vortrags und zur Präsentationstechnik werden ebenfalls zu Beginn des Seminars gegeben
- Die wissenschaftlichen Vorträge werden im Nachgang hinsichtlich Inhalt, Verständlichkeit und Vortragsstil kommentiert, um den Vortragenden Hilfestellungen und Anregungen für zukünftige Vorträge zu vermitteln

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise: Literatur wird im Rahmen der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben

Modul **Seminare zur Intelligenten Materialsystemen**					Abk. **SEMEL**
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Stefan Seelecke
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Stefan Seelecke und Mitarbeiter des Lehrstuhls Intelligente Materialsysteme
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Ausarbeitung und Präsentation eines Vortrags zu einem aktuellen Thema aus dem angebotenen Themenbereich, sowie regelmäßige Teilnahme am Seminar (eine Verhinderung ist beim Seminarleiter im Vorfeld bevorzugt per Email zu entschuldigen / bei mehr als zweimaligem Fehlen gilt das Seminar als nicht bestanden).
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Seminar
Arbeitsaufwand	Gesamt 90 Stunden, davon • Präsenzzeit Seminar 8 Wochen à 2 SWS = 16 Stunden • Vorbereitung und Dokumentation Seminarbeitrag = 74 Stunden
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Die Teilnehmer lernen sich in aktuelle Themen aus der Unkonventionellen Aktorik 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 der Unkonventionellen Aktorik (Themen werden jeweils zu Beginn des Semesters bekannt gegeben)

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch/Englisch

Literaturhinweise: Literatur wird im Rahmen der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

Module **Seminar Advanced Electronic Packaging**					Abbreviation **SEAEP**
Semester	Reference Semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
1,2,3	**3**	**every WT + ST**	**1 term**	**2**	**3**

Responsible Lecturer Prof. Dr. S. Wiese

Lecturers Prof. Dr. S. Wiese and assistant

Level of the unit Master Systems Engineering, Project Seminars und Seminars
Master Microtechnology und Nanostructures, Category Seminar in the context of the general elective

Entrance requirements Knowledge from the lecture Advanced Electronic Packaging

Assessments/exams Preparation and presentation of a lecture on topics from the Advanced Electronic Packaging and regular active participation in the seminar. Absence is to be indicated in advance, more than two absences lead to failure of the seminar.

Course type/weekly hours 2 hours weekly

Total workload Total 90 h
Presence time seminar 2 h/8 weeks = 16 h
Documentation & seminar contribution = 74 h

Grading Graded

Aims/Competences to be developed
Based on selected publications from international journals or chapters from specialist books current developments in advanced electronic packaging, fundamental material-physical mechanisms in connection systems are to be presented in a lecture and discussed among the seminar participants. The aim of the event is to deal with topics beyond basic education as well as acquire skills in the presentation of scientific-technical issues.

Content

The content and sequence of the seminars will be determined at the beginning of the semester.

Additional information
Registration required at the beginning of the semester.

Language: English
Literature: Current specialist literature

Modul **Seminar Kontinuumsmechanik**					Abk. **SKM**
Studiensem. **1,2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS/SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Stefan Diebels
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Stefan Diebels und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kategorie Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	- Erfolgreiche Ausarbeitung einer Seminararbeit und Präsentation eines Vortrags zu einem Thema aus dem angebotenen Themenbereich - Regelmäßige Teilnahme am Seminar (mind. 75% der Präsenzzeit)
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS Seminar
Arbeitsaufwand	Gesamt 90 Stunden, davon - Präsenzzeit Seminar 8 Wochen à 2 SWS = 16 Stunden - Vorbereitung und Dokumentation Seminarbeitrag = 74 Stunden
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen
Ziel des Moduls ist die selbständige Einarbeitung in ein aktuelles Thema der Kontinuumsmechanik sowie die Aufarbeitung des Themas in einer Präsentation und einer Seminararbeit. Neben fachspezifischem Fach- und Methodenwissen erlernen und üben die Studierenden insbesondere die Verbindung von theoretischen Ansätzen und praktischem Vorgehen, das Arbeiten in Teams, den Umgang mit Komplexität und Unschärfe, sowie kreatives Arbeiten. Die Lehrveranstaltung befähigt die Studenten, wissenschaftliche oder industrielle Aufgabenstellungen aus der Kontinuumsmechanik eigenständig zu bearbeiten und die Ergebnisse in nachvollziehbarer Form zu dokumentieren und zu präsentieren.

Inhalt
Auswahl und Vergabe geeigneter Themenstellungen, Einarbeitung in die Themen, inhaltliche Aufbereitung für eine Präsentation sowie Dokumentation der Ergebnisse in einer Seminararbeit. Diskussion der Resultate in der Gruppe.

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch / Englisch
Literaturhinweise: Literatur wird im Rahmen der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

Modul **Seminar Lasermikroskopie**					Abk.
Studiensem. **1**	Regelstudiensem. **1**	Turnus **SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. König
Dozent/inn/en	Prof. Dr. König
Zuordnung zum Curriculum	Master Physik/ Master Materialwissenschaften
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	20 min Vortrag (25 min Diskussion)
Lehrveranstaltungen / SWS	2SWS
Arbeitsaufwand	Gesamt: 90 Stunden, davon - Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden - Vor- & Nachbereitung = 60 Stunden
Modulnote	Vortragsnote

Lernziele/Kompetenzen

Erstellen eines Vortrages in Power Point zu Fragen der Lasermikroskopie
Diskussion des Vortrages
Vermittlung aktueller Forschungsschwerpunkte auf dem Gebiet der Lasermikroskopie
Durchführung von Patentrecherchen

Inhalt
- Anwendungen der Lasermikroskopie insbesondere konfokale Lasertechniken, optische Kohärenzmikroskopie, Nahfeldmikroskopie, Zweiphotonen-Fluoreszenzmikroskopie, SHG Mikroskopie, CARS-Mikroskopie, SRS-Mikroskopie, STED-Mikroskopie, Multiphotonen-Tomographie
- Patentrecherchen deutscher und internationaler Patentbibliotheken
- 20 min Referate

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Website des Lehrstuhls

Modul **Seminar Advanced Topics in Automation and Energy Systems**					Abbreviation **AESase**
Sem.	Standard period of study	Regular Cycle	Period	SWS	ECTS
1,2,3	**3**	**SoSe, WiSe**	**1 Semester**	**2**	**3**

Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey
Lecturer	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey and Assistants
Program of Studies	Master Systems Engineering, Category Seminar
Entrance requirements	No formal requirements
Assessment / Exams	Presentation and Documentation
Course type / weekly hours	Seminar 2 SWS
Total workload	90 hrs. for presentation and short documentation (3 CP)
Graduation	Graded

Aims / Competences to be developed

Realization of applied seminar tasks in the field of advanced topics of automation and energy systems as well as professional specialization, project scheduling, hardware or/and software implementation related to the topic, documentation and presentation of the results.

Content: Current topics in the field of automation and energy systems

Current topics in the field of automation and energy systems, which will be announced each semester upon availability / request.

Further information:

Teaching Language: German or English
Literature: Will be provided by the chair if necessary.

Modul **Seminar zu Optimization and Control**					Abk. **O&C**
Studiensem. **3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **WS, SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Kategorie Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	No formal requirements
Leistungskontrollen / Prüfungen	Written report and presentation on a seminar topic; active participation in the seminar (being present min 80% of the time)
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS seminar
Arbeitsaufwand	Seminar presentations (appox.10 x 2h) 20 h Preparation of the presentation 35 h Written documentation 35 h = **90 h**
Modulnote	Result of presentation and written documentation

Lernziele/Kompetenzen

Students know central aspects of optimization techniques and control methods for engineering and get to know examples of applications. They gain basic knowledge from studying literature.
Students learn to present and report on a topic with their personal reasoning, interpretation, and classification. Depending on the individual topic, they solve an individual test problem; analyze and discuss the results.

Inhalt

The participants prepare individual seminar topics on optimization and control based on provided literature, e.g. dissipativity or turnpike theory. They may apply existing software to a given test problem as an application. They present their results to the group and document them in written form.

Weitere Informationen:	For current information, contact Prof. Flaßkamp
Unterrichtssprache:	English
Literaturhinweise:	Will be given in class

Name of the module **Seminar on Soft Robotics**					Abbreviation **SSoRo**
Semester	Reference Semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
1,3	**3**	**Every WS**	**1 Semester**	**2**	**3**

Responsible lecturer	Jun.-Prof. Gianluca Rizzello
Lecturer(s)	Jun.-Prof. Gianluca Rizzello, Dr. Paolo Roberto Massenio
Level of the unit	Master Systems Engineering, Category Seminar
Entrance requirements	No formal requirements
Assessment / Exams	Written report and presentation on a seminar topic; active participation in the seminar (being present min 80% of the time)
Course type / Weekly hours	2 weekly hours Seminar
Total workload	Total workload 90 h, of which • Seminar presentations (appox.10 x 2h) = 20 h • Preparation of the presentation = 35 h • Written documentation = 35 h
Grading	Graded

Aims/Competences to be developed

The students will learn the main aspects and challenges of soft robotic technology. They will understand the main features and design solutions currently adopted in soft robotic systems, the technologies used for their actuation and sensing, as well as a basic knowledge of soft robots modeling and control.
Students will learn to present and report on a topic related to the area of soft robotics with their personal reasoning and interpretation. They will analyze an individual test problem, conduct individual studies and/or simulations, and discuss the results with the audience.

Content

The participants will prepare individual seminar topics on soft robotics based on the provided reference material. They will analyze the literature, apply existing software to a given test problem as an application, and present their results to the group and document them in written form.
Content of the seminar:

- Introduction to soft robots
- Bio-inspired design principles and solutions adopted in soft robotics
- Soft materials, actuators, and sensors
- Modeling and control of soft robots

Additional information: None

Language: English

Literature: Will be distributed in the class

Modul: **Praktikum Mikroelektronik**					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2,3	**3**	**Jedes WS/SS**	**1 Semester**	**4**	**4**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu
Zuordnung zum Curriculum [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich]	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Vorraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Anwesenheitspflicht /Präsentation am Praktikumsende
Lehrveranstaltungen / SWS [ggf. max. Gruppengröße]	Praktikumstermin: 8SWS max. Gruppengröße: 8
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Praktikumstermine: 8 Wochen à 8 SWS = 64 h Vor- und Nachbereitung des Praktikums: 56 h
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen
Verständnis der Funktionsweise eines OLED Displays und dessen Ansteuerung; Modulare Entwicklung einer digitalen Schaltung mithilfe von VHDL und eines FPGA

Inhalt

- Bildbearbeitung mit MATLAB (Begriffsklärung, einfache Algorithmen)
- Grundlagen zur Funktionsweise von OLED (Displays)
- Differenzierung von Passiv- und Aktiv-Matrix Displays
- Amplituden- und Pulsweitenmodulation zur Helligkeitssteuerung (Gammakorrektur)
- Versuchsaufbau: „Zusammenhang von Licht und Strom im OLED“
- Einführung einer Hardware Beschreibungssprache (VHDL) (Signalauswertung, Beschreibungsebenen, Sprachelemente, Testmuster etc.)
- Programmierung einzelner Komponenten (Zählwerke, Multiplexer, Register etc.) in VHDL
- Entwicklung einer FSM (Finite State Machine) für eine Single Line Adressierung (SLA) eines OLED Displays in VHDL
- Realisierung einer SLA für ein existierendes OLED Display mit entsprechenden Treibern in einem FPGA
- Präsentation der Ergebnisse und Abnahme durch den Betreuer (Darstellung von Bildern auf dem Display)

Weitere Informationen
Unterrichtssprache: deutsch
Literatur: Skriptum des Lehrstuhls zum Praktikum, weiterführende Literatur zu Digitaldesign
Anmeldung in Hispos und am Lehrstuhl

Modul **Projektpraktikum Elektromagnetische Strukturen**					Abk. **P-EMSt**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Romanus Dyczij-Edlinger
Dozent/inn/en	Romanus Dyczij-Edlinger und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine.
Leistungskontrollen / Prüfungen	Testate zu Beginn jedes Praktikums Laborberichte
Lehrveranstaltungen / SWS	Einführungsveranstaltung: 2 h 5 Labortermine mit je 8 h Präsenzeit: 40 h Gesamt: 42 h
Arbeitsaufwand	Gesamt: 92 h = 3 CP Präsenzzeit: 5 x 8h + 2h = 42 h Vor- und Nachbereitung, Dokumentation: 5 x 10 h = 50 h
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Studierende
- sind im Umgang mit Messgeräten der Hochfrequenztechnik und Feldsimulatoren vertraut;
- verstehen die Funktionsweise grundlegender elektromagnetischer Strukturen.
- können problemadäquate mathematische Modelle bilden und in MATLAB realisieren;
- sind in der Lage, Abweichungen zwischen Messung und Simulation zu bewerten.

Inhalt
- Funktion und Handhabung ausgewählter Messgeräte der Hochfrequenztechnik;
- Funktion, mathematische Beschreibung und Realisierung ausgewählter passiver Strukturen:
  - Einfache Strukturen aus Übertragungsleitungen,
  - Splitter, Koppler
  - Antennen und Antennengruppen,
  - Filter
- Simulation und Vermessung;
- Diskussion und Bewertung der Ergebnisse.

Weitere Informationen

Laborunterlagen sind am Internet verfügbar.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Siehe Laborunterlagen.

Modul **Projektpraktikum Messtechnik II**					Abk.
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2-4**	ECTS-Punkte **3-6**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Schütze
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Andreas Schütze und Mitarbeiter des Lehrstuhls Messtechnik
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Regelmäßige Projekttreffen, Vortrag und Dokumentation.
Lehrveranstaltungen / SWS	Projektpraktikum Messtechnik bestehend aus einer individuellen, im Team von 2 bis max. 6 Studierenden zu lösenden Projektaufgabe nach individueller Absprache.
Arbeitsaufwand	Je ECTS-LP 30 h Zeitaufwand für Konzeption, Realisierung, Präsentation und Dokumentation. Zeiteinteilung und Durchführung nach individueller Absprache passend zur Aufgabenstellung.
Modulnote	unbenotet

Lernziele/Kompetenzen
Realisierung komplexerer Aufgaben aus der Messtechnik im Team, daher neben fachlicher Vertiefung auch Erprobung von Teamarbeit, Projektplanung und -kontrolle sowie Dokumentation der Ergebnisse. Je nach Aufgabenstellung auch Hardware- und/oder Softwarerealisierungen.

Inhalt
Nach individueller Absprache. Teams erhalten Aufgabestellungen aus aktuellen Arbeitsgebieten der Messtechnik, z.B. im Rahmen von Kooperationen mit industriellen Partnern. Die Projektteams werden laufend betreut und bei der Durchführung begleitet im Rahmen regelmäßiger Projekttreffen.

Weitere Informationen
Interessenten werden gebeten, sich als Team am Lehrstuhl zu melden und mögliche Aufgabenstellungen sowie spezifische Durchführungsbedingungen frühzeitig abzusprechen.

Unterrichtssprache: deutsch, auf Wunsch auch englisch möglich

Literaturhinweise:
- Je nach Aufgabenstellung, z.B. Journalpublikationen und Konferenzbände.

Modul **Schaltungsentwicklung**					Abk. **SEP**
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **Jedes SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3-4**	ECTS-Punkte **3-6**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen Ausreichende Kenntnisse der Vorlesungsinhalte „Physikalische Grundlagen“ (Modul Elektronik) und „Schaltungstechnik“ (BA Systems Engineering) oder vergleichbarer Veranstaltungen sowie der Master Vorlesung „Hochfrequenztechnik“ werden vorausgesetzt. Besuch der Vorlesung „Hochgeschwindigkeitselektronik“ wird empfohlen.
Leistungskontrollen / Prüfungen	Mündliche oder schriftliche Prüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung 1 SWS, Praktikum 2-3 SWS
Arbeitsaufwand	15 h Vorlesung 75 –165 h Zeitaufwand für Konzeption, Realisierung, Präsentation und Dokumentation. Zeiteinteilung und Durchführung nach individueller Absprache passend zur Aufgabenstellung. Je 30 h Zeitaufwand ein ECTS-LP.
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen
Das komplexe Arbeitsgebiet der Schaltungsentwicklung besteht im allgemeinen Fall aus einem Ablauf der ineinandergreifenden Themenbereiche Modellierung, Konzeption Dimensionierung und Simulation. Hinzu kommt die Realisierung und messtechnische Charakterisierung der Schaltung um die erzielten Ergebnisse zu validieren. Auch die Optimierung ist Teil der Schaltungsentwicklung und führt dazu, dass der zuvor genannte Ablauf komplett oder in Teilen mehrmals zyklisch durchlaufen wird.
Das vorliegende Praktikum vermittelt in dem zugehörigen Vorlesungsteil grundlegende Methoden und Konzepte der einzelnen Themenbereiche und zeigt deren Abhängigkeiten voneinander auf. Der Vorlesungsanteil ist vergleichsweise gering, da z.T. intensiv auf Vorlesungsinhalte der oben unter Zulassungsvoraussetzungen angegebenen Veranstaltungen zurückgegriffen wird. Der praktische Teil dient zur beispielhaften Einübung und praktischen Erfahrung des Gelernten. Die Aufgabenstellungen werden in Form eines Projektes bearbeitet, das je nach aktueller Aufgabenstellung einen unterschiedlichen Grad an Komplexität und Schwierigkeit aufweist. Daran angepasst erfolgt die Bewertung der Veranstaltung mit Leistungspunkten.

Inhalt
- Konzeptionierung und Schaltungsentwurf (wie denke ich mir eine Schaltung aus?)
- Modellbildung und Parameterextraktion passiver und aktiver elektronischer Komponenten
- Schaltungsoptimierung, problemangepasste Modellreduktion
- Schaltungssimulation
- Hardwarerealisierung mit Aufbau und Verbindungstechnik
- Hochfrequenzmesstechnik (Geräte und Methoden)

Weitere Informationen
Unterrichtssprache: Deutsch
Literaturhinweise:
- Vorlesungsskripte Hochfrequenztechnik und Hochgeschwindigkeitselektronik
- Grundlagen der Hochfrequenzmesstechnik, B. Schiek, Springer
- Microwave Engineering, David M. Pozar, Wiley
- Ausgewählte Publikationen (Angaben in der Vorlesung)

Modul **Projekt Neural Networks**					Abk.
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **8**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dietrich Klakow
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Dietrich Klakow
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Voraussetzung sind in der Regel Programmierkenntnisse in einer objektorientierten Sprache wie sie zum Beispiel in Informationstechnik erworben werden.
Leistungskontrollen / Prüfungen	50% Projektresultate 30% Abschlussbericht 20% Abschlusspräsentation
Lehrveranstaltungen / SWS	Nach Vereinbarung. In der Regel als Block-Kurs in der vorlesungsfreien Zeit.
Arbeitsaufwand	240h
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

- Fähigkeit ein Projekt unter Anleitung zu planen und durchzuführen.
- Projektmanagement
- Vertiefung praktischer Fähigkeiten

Inhalt

Tiefe neuronale Netze sind heutzutage die treibende Kraft hinter KI. Im Rahmen des Projekts werden in Kleingruppen (3-5 Teilnehmer) KI-Systeme implementiert. Themen können aus dem Bereich der Signal- oder der Bildverarbeitung kommen. Struktur:

- Entwickeln einer tragfähigen Projektidee
- Projektplanung
- Umsetzung mit regelmässigen Meilensteinen
- Abschlusspräsentation und Bericht.

Weitere Informationen

Used Media: Powerpoint, Tafel

Unterrichtssprache: Deutsche oder Englisch nach Wunsch der Teilnehmer

Literaturhinweise: Wird für spezifische Projekte angepasst zur Verfügung gestellt

Modul **Projektpraktikum Computational Electromagnetics**					Abk. **P-CEM**
Studiensem. **2, 3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **Variabel**	ECTS-Punkte **3 - 6**

Modulverantwortliche/r	Romanus Dyczij-Edlinger
Dozent/inn/en	Romanus Dyczij-Edlinger und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen. Empfohlen: Computational Electromagnetics 1 oder 2 oder Methoden der Modellordnungsreduktion Gute Matlab-Kenntnisse sind wünschenswert.
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche Ausarbeitung/Computerprogramme und mündlicher Vortrag
Lehrveranstaltungen / SWS	Nach Vereinbarung
Arbeitsaufwand	Nach Vereinbarung: 30 h pro CP
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Studierende sind in der Lage, theoretische Konzepte der elektromagnetischen Feldsimulation zu erarbeiten, in funktionsfähige Computerprogramme umzusetzen und aussagekräftig zu testen.

Inhalt
Nach Vereinbarung.

Allgemeine Kriterien: Die Projekte haben die Erarbeitung von Lösungswegen für feldtheoretische Problemstellungen und deren Umsetzung in numerische Methoden zum Ziel.

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch oder englisch.

Literaturhinweise: erfolgen nach Festlegung der Projektziele.

Modul **Projektpraktikum Regelungstechnik**					Abk. **PrRT**
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2-4**	ECTS-Punkte **3-6**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. J. Rudolph
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. J. Rudolph und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Kenntnisse aus Systemtheorie und Regelungstechnik 3 oder 4
Leistungskontrollen / Prüfungen	Vorstellung des Projektergebnisses am Semesterende
Lehrveranstaltungen / SWS	Projektpraktikum Regelungstechnik: 2-4 SWS
Arbeitsaufwand	Insgesamt 90 h - 180 h
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Es sollen Methoden der Modellbildung und der Analyse technischer Systeme sowie Verfahren zur Regelung, zum Beobachterentwurf und zur Identifikation dazu genutzt werden kleinere aber dennoch anspruchsvolle praktische Regelungsaufgaben zu lösen und so die theoretische Ausbildung umzusetzen und zu vertiefen.

Inhalt

Über den Zeitraum eines Semesters sollen kleinere technische Beispielprobleme theoretisch und experimentell bearbeitet werden. Dazu werden in der Regel Kleingruppen gebildet, die je ein Problem gemeinsam möglichst so umfassend bearbeiten, dass am Ende ein funktionsfähiger Prototyp und eine angemessene Dokumentation vorliegen.

Bisher durchgeführte Projektpraktika widmeten sich beispielsweise der Entwicklung eines vierrotorigen unbemannten Fluggeräts, der Entwicklung eines autonomen Einrads sowie der Entwicklung eines Versuchsstands für eine magnetisch gelagerte (schwebende) Platte.

Weitere Informationen

Anmeldung zu Semesterbeginn erforderlich.

Unterrichtssprache: Deutsch, Englisch oder Französisch

Modul **Projektpraktikum Mikrointegration und Zuverlässigkeit**					Abk. **PROMIZ**
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2-4**	ECTS-Punkte **3-6**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. S. Wiese
Dozent/inn/en	Prof. Dr. S. Wieseund Mitarbeiter des Lehrstuhls Mikrointegration und Zuverlässigkeit
Zuordnung zum Curriculum [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich]	Bachelor Systems Engineering, Praktika Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Teilnahme an regelmäßigen Projekttreffen, erfolgreiche Durchführung der je nach Projektaufgabe vorgesehenen einführenden Versuche, Vortrag und Dokumentation, eine Verhinderung ist beim Seminarleiter im Vorfeld bevorzugt per Email zu entschuldigen/bei mehr als zweimaligen Fehlen gilt das Seminar als nicht bestanden
Lehrveranstaltungen / SWS [ggf. max. Gruppengröße]	Beim Projektpraktikum Mikrointegration und Zuverlässigkeit ist jeweils im Team von 2 bis 4 Studierenden eine Projektaufgabe nach individueller Absprache zu lösen. Die Teilnehmerzahl ist auf maximal 8 Personen verteilt auf maximal 2 Teams begrenzt.
Arbeitsaufwand	Je ECTS-LP 30 h Zeitaufwand für Konzeption, Realisierung, Präsentation und Dokumentation. Zeiteinteilung und Durchführung nach individueller Absprache passend zur Aufgabenstellung.
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen
Realisierung einfacherer Projektaufgaben aus den Gebieten Mikrointegration und Zuverlässigkeit im Team. Neben fachlicher Vertiefung auch Erprobung von Teamarbeit, Projektplanung und -kontrolle sowie Dokumentation der Ergebnisse. Je nach Aufgabenstellung auch Hardware- und/oder Softwarerealisierungen.

Inhalt
Nach individueller Absprache. Teams erhalten Aufgabestellungen aus aktuellen Arbeitsgebieten der Mikrointegration oder Zuverlässigkeit, z.B. im Rahmen von Kooperationen mit industriellen Partnern oder ausgehend von Ideen der Studierenden selbst. Die Projektteams werden laufend betreut und bei der Durchführung begleitet im Rahmen regelmäßiger Projekttreffen.

Weitere Informationen

Interessenten werden gebeten, sich als Team am Lehrstuhl zu melden und mögliche Aufgabenstellungen sowie spezifische Durchführungsbedingungen frühzeitig abzusprechen.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:
- Je nach Aufgabenstellung, z.B. Journalpublikationen und Konferenzbände.

Modul **Projektpraktikum Intelligente Materialsysteme II**					Abk.
Studiensem. **6**	Regelstudiensem. **6**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2-4**	ECTS-Punkte **3-6**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. –Ing. Stefan Seelecke
Dozent/inn/en	Prof. Dr. –Ing. Stefan Seelecke und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	LabVIEW-Kenntnisse erwünscht
Leistungskontrollen / Prüfungen	Regelmäßige Projekttreffen, Abschlusspräsentation, Dokumentation
Lehrveranstaltungen / SWS	Projektpraktikum Unkonventionelle Aktorik beinhaltete das Lösen einer individuellen Projektaufgabe in Form eines Einzelprojektes oder in Gruppen von bis zu 2 Studierenden.
Arbeitsaufwand	je 30 h 1 ECTS-LP
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen
Entwicklung von Prüfkonzepten zur experimentellen Untersuchung von aktiven Materialien. Projektplanung und Dokumentation. Realisierung eines Prüfaufbaus mit Aufgaben aus den Bereichen Konstruktion und Steuerung. Aufbereitung der Messergebnisse sowie deren Interpretation.

Inhalt
Nach Absprache. Die Projekte befassen sich mit Aufgabenstellungen aus dem Bereich der experimentellen Untersuchung von aktiven Materialien. Einführend werden Versuche mit modernen digitalen Datenerfassungssystemen (DAQ) unter LabVIEW an bereits bestehenden Prüfanlagen durchgeführt. Darauf aufbauend werden Konzepte für weitere Prüfaufgaben entwickelt sowie die Hard- und Software den Anforderungen entsprechend modifiziert.

Weitere Informationen

Interessierte Studenten werden gebeten, sich am Lehrstuhl zu melden um Aufgabenstellung sowie organisatorische Fragen zu klären.

Unterrichtssprache: deutsch

Modul **Projektpraktikum Antriebstechnik**					Abk. **PPA**
Studiensem. **3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **SS & WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2 - 4**	ECTS-Punkte **3 - 6**

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. M. Nienhaus

Dozent/inn/en Prof. Dr. M. Nienhaus und Mitarbeiter

Zuordnung zum Curriculum [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich]
Systems Engineering
Bachelor: Fächergruppe Praktika
Master: Fächergruppe Seminare und Projektseminare

Zulassungsvoraussetzungen Keine formalen Voraussetzungen

Leistungskontrollen / Prüfungen Teilnahme an wöchentlichen Projekttreffen, erfolgreiche Durchführung der je nach Projektaufgabe vorgesehenen einführenden Versuche, Vorträge und Dokumentation zu Projektphase A & B; Bei mehr als zweimaligem unentschuldigten Fehlen gilt das Praktikum als nicht bestanden

Lehrveranstaltungen / SWS Beim Projektpraktikum Antriebstechnik ist jeweils im Team von 2 bis 4 Studierenden eine Projektaufgabe nach individueller Absprache zu lösen. Die Teilnehmerzahl ist auf maximal 10 Personen verteilt und auf maximal 3 Teams je Semester begrenzt. Die Projektaufgabe gliedert sich in zwei aufeinander aufbauende Phasen. Phase A beinhaltet typisch die Realisierung eines Funktionsmusters. Danach kann in gegenseitiger Abstimmung, d.h. optional aufbauend auf den Ergebnissen der Phase A in Phase B ein weiterentwickeltes B-Muster realisiert werden. Es ist z.B. möglich, Phase A im Bachelor- und Phase B im Master-Studium zu absolvieren bzw. anzurechnen.

Arbeitsaufwand Die nachfolgend angeführten Zeitaufwände stehen für Phase A bzw. Phase B. Wer Phase A erfolgreich absolviert bekommt 3 CP guteschrieben. Wer auch die optionale Phase B z.B. in einem Nachfolgesemester erfolgreich absolviert, erhält weitere 3 CP, in Summe also 6 CP für diese Lehrveranstaltung angerechnet.

	Phase A	Phase B
Präsenzzeit: 15 Wochen á 4 SWS	60 h	60 h
Vor- und Nachbereitung	30 h	30 h
Summe	90 h	90 h

Modulnote unbenotet

Lernziele/Kompetenzen

Die Teilnehmer üben am praktischen Beispiel die Lösung antriebstechnischer Aufgabenstellungen im Projektteam. Neben der praktischen und theoretischen Vertiefung von individuellen Fachkenntnissen wird insbesondere das zielorientierte Arbeiten im Team einschließlich der erforderlichen Projektplanung und -kontrolle sowie der Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse trainiert. Die Aufgabenstellungen sind typisch mechatronisch ausgerichtet, so dass regelmäßig konstruktive, elektronische und programmiertechnische Teilaufgaben zu lösen und zum Gesamtergebnis zusammen zu führen sind.

Inhalt
Nach individueller Absprache erhalten die Teams Aufgabenstellungen aus aktuellen Arbeitsgebieten der Antriebstechnik, z.B. im Rahmen von Kooperationen mit industriellen Partnern. Regelmäßig stehen Aufgabenstellungen z.B. aus den Bereichen Elektromobilität, Medizintechnik, Embedded Drive Systems oder Messtechnik zur Auswahl.

Weitere Informationen
Unterrichtssprache: deutsch, bei Bedarf auch englisch

Interessenten werden gebeten, sich nach der Themenausgabe beim ersten Treffen möglichst als Team am Lehrstuhl anzumelden und mögliche Aufgabenstellungen sowie spezifische Durchführungsbedingungen frühzeitig abzusprechen.

Literaturhinweise:
- Je nach Aufgabenstellung während des Praktikums durch den Betreuer

Modul **Praktikum Feldsimulation/Design elektrischer Maschinen**					Abk. **PFEM**
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **3**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen Empfohlen: Elektrische Antriebe oder Elektrische Klein- und Mikroantriebe, Theoretische Elektrotechnik 1
Leistungskontrollen / Prüfungen	• Abtestat zur Einführungsaufgabe • regelmäßige Teilnahme an festgelegten Treffen • Ausarbeitung und Präsentation eines Vortrags zu den erarbeiteten Projektergebnissen • bei unentschuldigtem Fehlen gilt das Praktikum als nicht bestanden • das Praktikum gilt als bestanden, wenn das Abtestat und der Abschlussvortrag entsprechend bewertet werden
Lehrveranstaltungen / SWS	• zunächst 3 x 2 SWS Einführungsveranstaltung • Bearbeitung einer einführenden Simulationsaufgabe: 8 SWS • Abtestat zur Einführungsaufgabe • Bearbeitung von 1-2 umfangreicheren Projektaufgaben mit i.d.R. wöchentlichen Sprechstunden • Abschlussvortrag
Arbeitsaufwand	90 h
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Die Teilnehmer werden in die Lage versetzt, elektromagnetische Problemstellungen aus der Antriebstechnik zu analysieren und mit Hilfe eines kommerziellen Feldsimulationswerkzeugs zu lösen.

Neben der Vermittlung von praktischen Simulationsfertigkeiten wird das theoretische Verständnis zum Aufbau, zur Funktion und zur Auslegung elektrischer Maschinen vertieft.

Durch den Abschlußvortrag wird die Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse geübt.

Inhalt

- Kurzeinführung/Wiederholung: Maxwell-Gleichungen, Finite Elemente Methode, Materialien, Wirbelströme etc.
- Einführung in Ansys Maxwell: Ablauf von Simulationsrechnungen, Modellierung, Solvertypen, Randbedingungen, Vernetzung, Postprocessing
- Bearbeitung von Aufgaben an Rechnern im CIP-Pool

Weitere Informationen

- Teilnehmerzahl auf 8 Personen, aufgeteilt auf 4 Gruppen, beschränkt
- Unterrichtssprache: deutsch
- Literaturhinweise: Je nach Aufgabenstellung während des Praktikums

Modul **Projektpraktikum Fertigungstechnik**					Abk.
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes SS+WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **variabel**	ECTS-Punkte **3-6**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Dirk Bähre
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Dirk Bähre und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche Ausarbeitung und mündlicherVortrag.
Lehrveranstaltungen / SWS	Nach Vereinbarung
Arbeitsaufwand	Nach Vereinbarung: 30 h pro CP
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen
Die Lehrveranstaltung befähigt die Studenten, wissenschaftliche oder industrielle Aufgabenstellungen aus der Produktionstechnik ganzheitlich zu bearbeiten und die Ergebnisse in nachvollziehbarer Form zu dokumentieren, auszuarbeiten und zu präsentieren.
Ziel des Moduls ist neben der Vermittlung von fachspezifischem Fach- und Methodenwissen, die Anwendung des Wissens zur Bearbeitungeiner realitätsnahen fertigungstechnischen Aufgabenstellung. Projektmanagement, Teamarbeit und Umgang mit Komplexität und Unschärfe von Aufgabenstellungen steht im Fokus des Projektpraktikums.

Inhalt
nach Vereinbarung
Grundsätzlicher Ansatz: Einführungsveranstaltung mit Erläuterung der Aufgabenstellung; Einarbeitung in das Umfeld derAufgabenstellung; Aufbereitung und Anwendung von Fachwissen und Methoden; Ist-Analyse;Erarbeitung, Erprobung und Bewertung von Lösungsansätzen; selbstorganisierte Teamarbeit und Rollenverteilung;Dokumentation; Diskussion von Teilergebnissen mit den Betreuern; ausführliche Ausarbeitung; Präsentation.

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise: erfolgen nach Festlegung der Projektziele.

Modul **Project Seminar Automation and Energy Systems**					Abbreviation **AESps**
Sem.	Standard period of study	Regular Cycle	Period	SWS	ECTS
1,2,3	**3**	**SoSe, WiSe**	**1 Semester**	**2-4**	**3-6**

Responsible lecturer Prof. Dr.-Ing. Georg Frey

Lecturer Prof. Dr.-Ing. Georg Frey and Assistants

Program of Studies
- Master Systems Engineering
- Category Seminar

Entrance requirements No formal requirements

Assessment / Exams Presentation and Documentation

Course type / weekly hours Project Seminar 2-4 SWS

Total workload
90 hrs. for presentation and short documentation (3 CP)
135 hrs. for presentation, literature review and documentation (4,5 CP)
180 hrs. for presentation, literature review, documentation and additional project work (e.g. implementation) (6 CP)

Graduation Graded

Aims / Competences to be developed

Team based realization of applied project tasks from the field of automation and energy systems in groups, as well as professional specialization, project scheduling and documentation of results, hardware or/and software implementation related to the topic.

Content: Practical application of a project using methods and technologies from the field of automation and energy systems

Topics will be announced each semester upon availability / request.

Students or groups work on problems from the field of automation and energy systems

Teams will be supervised permanently in addition to regular project meetings.

Further information:

Teaching Language: German or English
Literature: Will be provided by the chair if necessary. .

Modul **Praktikum Netzwerktechnik (Hands-On Networking)**					Abk.
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **SS**	Dauer **1 Sem**	SWS **4**	ECTS-Punkte **6**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet
Zuordnung zum Curriculum [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich]	Praktikum
Zulassungsvoraussetzungen (Nachweis durch Eingangs-Test)	Programmieren für Ingenieure oder Vergleichbare Programmier-Vorlesung
Leistungskontrollen / Prüfungen	Klausur, Projekte
Lehrveranstaltungen / SWS [ggf. max. Gruppengröße]	4 SWS (Blockveranstaltung VOR dem jeweiligen SoSe)
Arbeitsaufwand	2 Wochen Präsenzzeit à 30 h — 60 h Nachbereitung — 30 h Projekte — 60 h Vorbereitung Klausur — 30 h Summe — = 180 h
Modulnote	Benotet (für Studierende des Studiengangs Master Systems Engineering)

Lernziele/Kompetenzen
Die Studierenden erwerben innerhalb der Veranstaltung ein Grundverständnis für Struktur und Betrieb von Netzwerkarchitekturen wie z. B. dem Internet. Dabei werden Grundlagen über wichtige Konzepte, Protokolle und Werkzeuge vermittelt und in der praktischen Anwendung umgesetzt, sodass Problemstellungen erfasst und Lösungen gefunden werden können. Ferner wird den Studierenden durch den Aufbau kleiner Netzwerke sowie die Entwicklung von Netzwerkanwendungen das nötige Wissen vermittelt, um selbstständig Netzwerke zu gestalten und mit ihnen zu interagieren.

Inhalt
- Grundlagen der Kommunikation, Netzwerktechnik und Informationstheorie
- Charakteristiken von Netzwerk-Kommunikation
- Protokolle (Definition, Design, Charakteristiken)
- Anwendungsschicht (Client-Server vs. Peer-to-Peer, DNS, Email, SMTP, Web, HTTP, SSH, …)
- Transportschicht (Fehler-, Stau- und Fluss-Kontrolle, UDP, TCP, Raw Sockets, …)
- Vermittlungsschicht (Routing vs. Forwarding, IPv4, IPv6, ICMP, NAT, …)
- Netzzugriffsschicht (MAC, IEEE802.3 / Ethernet, IEEE802.11 / WLAN, ARP, VLAN, LLDP, …)
- Anwendungsprogrammierung (Server, Client, Nebenläufige Server, …)
- Fortgeschrittene Themen (DHCP, Zeitsynchronisation, VPN, Multimedia, …)
- Netzwerk-Praxis (Linux, Wireshark, …)
- Fehlerbehandlung, Netzwerk-Wartung
- Sicherheitsaspekte (Grundkonzepte, Firewalls, Intrusion-Detection, …)

Weitere Informationen
Werden in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Unterrichtsprache: Englisch (Betreuung / Fragen auf Deutsch möglich)

Literatur: wird im Rahmen der Veranstaltung bekanntgegeben.

Modul **Robotermodellierung mit Matlab**					Abk. RomMa
Studiensem. **2**	Regelstudiensem. **2**	Turnus **SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Ing. Rainer Müller

Dozent/inn/en Prof. Dr. Ing. Rainer Müller und wissenschaftliche Mitarbeiter

Zuordnung zum Curriculum Master CuK, Kategorie Projektseminare
Master Systems Engineering, Projektseminare

Zulassungsvoraussetzungen Anmeldung (per Mail) erforderlich, Teilnehmerzahl ist begrenzt

Leistungskontrollen / Prüfungen Bearbeitung von Projekten
Mündliche Prüfung

Lehrveranstaltungen / SWS 2 SWS Projektseminar

Arbeitsaufwand 90 Stunden

Modulnote Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Das Projektseminar beschäftigt sich mit aktuellen Themen im Bereich der Robotermodellierung mit Matlab. Kinematische und Modellierungsprobleme der Robotik werden mit Matlab gelöst und die Roboterkinematik wird als 3D-Modell visualisiert.

Inhalt

1. Grundlagen von Matlab
   a. Grundoperatoren
   b. Vektorrechnung
   c. Matrizenrechnung
   d. Deklaration von Funktionen
   e. Visualisierung von 2D- und 3D-Plots
   f. GUI programmieren
2. Matlab in der Robotik
   a. Roboter Modellierung mittels DH
   b. Lösen kinematischer Probleme
   c. Visualisierung der Kinematik
   d. Optimierung
3. Die Studierenden erhalten ein tiefes Verständnis über die Grundlagen der Robotertechnik.
4. Die Studierenden erlernen ein Verfahren zur kinematischen Vorwärts- und Rückwärtsrechnung.
5. Für die zu analysierenden Handhabungsgeräte leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Modellierung und Analyse des Roboters her.

Weitere Informationen https://montagesysteme.zema.de/lehre/
Unterrichtssprache: Deutsch/English

Literaturhinweise: Prof. Dr. Ing. Rainer Müller: Verbesserung des kinematischen und dynamischen Bewegungsverhaltens von Handhabungsgeräten mit geschlossenen kinematischen Teilketten, Aachen 1996.

Projektseminar Mikroelektronik					**MtS**
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	**2**	**Jährlich, SS**	**1 Semester**	**2-4**	**3-6**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu und Mitarbeiter des Lehrstuhls für Mikroelektronik
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen, Besuch der Vorlesung Mikroelektronik I und II hilfreich bzw. erwünscht
Leistungskontrollen / Prüfungen	Regelmäßige Projekttreffen, Vortrag und Dokumentation
Lehrveranstaltungen / SWS	Projektseminar Mikroelektronik bestehend i.d.R. aus einer individuellen, im Team von 2 bis max. 4 Studierenden zu lösenden Projektaufgabe nach individueller Absprache.
Arbeitsaufwand	Je ECTS-LP 30 h Zeitaufwand für Konzeption, Realisierung, Präsentation und Dokumentation. Zeiteinteilung und Durchführung nach individueller Absprache passend zur Aufgabenstellung.
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Umsetzung eer spezifischen Aufgabenstellung aus dem Gebiet der Mikroelektronik. Erfahrung in forschungsnaher Arbeitsweise und Problemlösung sammeln. Dies schließt ein: Formulierung des Problems, Stand der Technik, Auswahl und Vergleich möglicher Lösungsmethoden, Umsetzung einer gewählten Methode, Interpretation, Präsentation und Dokumentation der Ergebnisse.

Je nach Aufgabenstellung Hardware-basiert und/oder Software-basiert.

Inhalt

Nach individueller Absprache. Teams erhalten Aufgabenstellungen aus aktuellen Arbeitsgebieten der Mikroelektronik, z.B. im Rahmen von Kooperationen mit industriellen Partnern. Ideen der Studierenden selbst sind natürlich auch willkommen und werden aufgegriffen. Die Projektteams werden laufend betreut und bei der Durchführung begleitet u.a. bei regelmäßigen Projekttreffen. HWs und SWs des Lehrstuhls können dabei eingesetzt werden.

Der Schwerpunkt wird voraussichtlich auf dem Gebiet der Display-Steuerung und der Bildverarbeitung liegen.

Weitere Informationen

Interessenten werden gebeten, sich als Team am Lehrstuhl für Mikroelektronik zu melden und mögliche Aufgabenstellungen sowie spezifische Durchführungsbedingungen frühzeitig abzusprechen.

Modul **Projektpraktikum Python for Engineers**					Abk. **Python**
Studiensem. **Ab 2.**	Regelstudiensem. **Ab 2.**	Turnus **einmalig**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **3**

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp

Dozent/inn/en Dr.-Ing. Carsten Knoll
Dr.-Ing. Amine Othmane
Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp

Zuordnung zum Curriculum Bachelor Systems Engineering, Praktika
Master Systems Engineering, Projektseminare

Zulassungsvoraussetzungen Keine formale Voraussetzungen. Empfohlen:
Informationstechnik oder
vergleichbare Programmier-Vorlesung

Leistungskontrollen / Prüfungen Projektabgabe + Präsentation der Projektergebnisses

Lehrveranstaltungen / SWS Blockkurs + Projekt

Arbeitsaufwand Gesamtaufwand: 90 h

- Präsenzzeit: 24 h
- Projekt: 66 h

Modulnote benotet

Lernziele/Kompetenzen

Die Studierenden können Python-Skripte und Jupyter-Notebooks erstellen, ausführen und debuggen. Sie beherrschen die wesentlichen Konzepte der Programmierung in Python (Datentypen, Kontrollstrukturen, Funktionen, Klassen, grafische Benutzerschnittstellen). Die Studierenden kennen die wichtigsten Python-Bibliotheken zur Lösung ingenieurwissenschaftlicher Probleme und können sie auf realitätsnahe Probleme anwenden.

Inhalt

Die Modulinhalte umfassen die Themen prozedurale und objektorientierte Python-Programmierung, Numerisches Rechnen und Optimierung, Symbolisches Rechnen bzw. Computer Algebra, 2D- und 3D-Visualisierung, GUI-Programmierung.
Die im Rahmen des Blockkurses erworbenen Fähigkeiten sollen zur Bearbeitung eines selbstgewählten Projekts eingesetzt und vertieft werden. Die Projektergebnisse werden im Plenum präsentiert und mit den Prüfenden diskutiert.

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: englisch oder deutsch

Literaturhinweise: werden in der Veranstaltung bekannt gegeben

Name of the module **Projektpraktikum Soft Robotics**					Abbreviation **PSoRo**
Semester	Reference Semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
2,3	**3**	**SS & WS**	**1 Semester**	**2-4**	**3-6**

Responsible lecturer	Jun.-Prof. Gianluca Rizzello
Lecturer(s)	Jun.-Prof. Gianluca Rizzello and Assistants
Level of the unit	Master Systems Engineering, Project Seminar and Seminars
Entrance requirements	No formal requirements
Assessment / Exams	Presentation and Documentation
Course type / Weekly hours	Project Seminar 2-4 Weekly Hours
Total workload	Total workload 90 h – 180 h
Grading	Graded

Aims/Competences to be developed

The students will work alone or in small teams to solve practical problems in the area of soft robotics. Students will have an opportunity to delve into of their interest within the broad field of soft robotics, ranging from new prototype development and sensor/actuator integration to modeling and real-time control. Depending on the specific projects' task, hardware and/or software implementation will be carried out.
The students will learn to analyze an individual problem, conduct theoretical and/or practical studies, and perform independent work with their personal reasoning. At the end of the project, they will document their results and present them to an audience.

Content

Over the course of the semester, the participants will work on small technical problems related to the area of soft robotics. Different possible types of soft robots will be analyzed and developed, e.g., pneumatically-driven, tendon-driven, smart material-driven. The participants can either work alone or in small groups, depending on the task.
The specific objective of each project will be agreed upon with the lecturer at the beginning of the semester, and will focus on one of the following tasks:

- Design and development of novel soft robotic systems
- Development of experimental test-rigs for soft robot characterization
- Integration of soft actuators and sensors into deformable robotic structures
- Modeling and simulation of soft robots
- Implementation of real-time motion control algorithms for soft robotic systems

Additional information: None

Language: English or German

References: Related papers and documentation will be distributed depending on the task

Modul **Projektpraktikum Modeling, Simulation, Optimization and Control**					Abk. **PrMSOC**
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2-4**	ECTS-Punkte **3-6**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp Dr. Amine Othmane Mitarbeitende der Lehrstühle
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen: Empfohlen: Kenntnisse aus Optimization / Optimal Control oder Systemtheorie und Regelungstechnik sowie aus Grundlagenveranstaltungen zu Modellierung und Simulation
Leistungskontrollen / Prüfungen	Vorstellung des Projektergebnisses am Semesterende
Lehrveranstaltungen / SWS	Projektpraktikum PrMSOC.: 2-4 SWS
Arbeitsaufwand	Insgesamt 90 h - 180 h
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Die Studierenden verknüpfen erworbenes Wissen aus dem Bereich Modellierung, Simulation, Optimierung und (Optimal-)Steuerung/-Regelung und eignen sich fehlende Grundlagen an. Sie wenden dieses Methodenwissen auf eine gegebene Projektaufgabe an. Dies bedeutet insbesondere die Auswahl und den Einsatz geeigneter Simulations- und Optimierungssoftware. Im Teamwork müssen Einzellösungen zusammengefügt werden. Ergebnisse werden kritisch reflektiert und dokumentiert. Hier erhalten die Studierenden Einblick in wissenschaftliche Arbeitsweisen.

Inhalt

Über den Zeitraum eines Semesters sollen kleinere technische Beispielprobleme theoretisch und experimentell bearbeitet werden. Dazu werden in der Regel Kleingruppen gebildet, die je ein Problem gemeinsam möglichst so umfassend bearbeiten, dass am Ende ein funktionsfähiger Prototyp und eine angemessene Dokumentation vorliegen.

Weitere Informationen

Anmeldung zu Semesterbeginn erforderlich.

Unterrichtssprache: Deutsch oder Englisch

Modul **Projektpraktikum Modellierung, Regelung, Systemidentifikation**					Abk. **PrSysId**
Studiensem. **2,3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2-4**	ECTS-Punkte **3-6**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Joachim Rudolph Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Joachim Rudolph Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp Dr. Amine Othmane Mitarbeitende der Lehrstühle
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Projektseminare und Seminare
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen: Empfohlen: Kenntnisse aus Systemtheorie und Regelungstechnik sowie Grundlagenveranstaltungen zu Modellierung und Simulation
Leistungskontrollen / Prüfungen	Vorstellung des Projektergebnisses am Semesterende
Lehrveranstaltungen / SWS	Projektpraktikum Model., Regelung, Systemid.: 2-4 SWS
Arbeitsaufwand	Insgesamt 90 h - 180 h
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

Es sollen Methoden der Modellbildung und der Analyse technischer Systeme sowie Verfahren zur Regelung, zum Beobachterentwurf und zur Identifikation dazu genutzt werden kleinere aber dennoch anspruchsvolle praktische Aufgaben zu lösen und so die theoretische Ausbildung umzusetzen und zu vertiefen.

Inhalt

Über den Zeitraum eines Semesters sollen kleinere technische Beispielprobleme theoretisch und experimentell bearbeitet werden. Dazu werden in der Regel Kleingruppen gebildet, die je ein Problem gemeinsam möglichst so umfassend bearbeiten, dass am Ende ein funktionsfähiger Prototyp und eine angemessene Dokumentation vorliegen.

Weitere Informationen

Anmeldung zu Semesterbeginn erforderlich.

Unterrichtssprache: Deutsch, Englisch oder Französisch

Modul **Organisation und Management**					Abk. **MuO**
Studiensem. **6**	Regelstudiensem. **6**	Turnus **WS + SS**	Dauer **1 Semester**	SWS	ECTS-Punkte

Modulverantwortliche/r	Prüfungsausschussvorsitzende/r Systems Engineering
Dozent/inn/en	N.N.
Zuordnung zum Curriculum	Organisation und Management, Master Systems Engineering
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formale Zugangsvoraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftliche oder mündliche Prüfungen, je nach Modul
Lehrveranstaltungen / SWS	Arbeits- und Betriebswissenschaft, bis zu 4 SWS Unternehmensgründung, 2 SWS Projektmanagement, 2 SWS Gewerbliche Schutzrechte- Schwerpunkt Patentrecht, 2 SWS Digital Entrepreneurship, 4 SWS Technologiemanagement, 4 SWS Experimental Design/Analysis, 2 SWS
Arbeitsaufwand	Siehe Beschreibung der einzelnen Modulelemente
Modulnote	Benotet oder unbenotet, je nach Modul

Lernziele/Kompetenzen

Erweiterung betriebswirtschaftlicher Kompetenzen als Vorbereitung auf den Berufseinstieg.

Inhalt

Je nach gewählter Veranstaltung, siehe dazu jeweils detaillierte Beschreibungen der aktuell angebotenen Module. Der Prüfungsausschuss kann auf Antrag weitere Veranstaltungen mit ähnlichen Inhalten zulassen.

Weitere Informationen

Für die Veranstaltungen der Fachrichtung Wirtschaftswissenschaften (z.B. Digital Entrepreneurship, Technologiemanagement) ist eine Anmeldung über deren eigenes Anmeldesystem FlexNow erforderlich, und es gelten dafür eigene Anmeldefristen mit einem eigenen Anmeldezeitraum (für das WS z.B. in November), siehe dazu Hinweise auf https://www.uni-saarland.de/fakultaet-hw/vipa/anmelden/klausuren-anmeldung-und-termine.html.

Weitere Informationen auf der Homepage des Prüfungssekretariats (www.ps-mint.uni-saarland.de) unter FAQ -> Systems Engineering

Unterrichtssprache:
In der Regel in deutscher oder englischer Sprache

Modul **Arbeits- und Betriebswissenschaft**					Abk. **ABW**
Studiensem.	**Regelstudiensem.**	**Turnus**	**Dauer**	**SWS**	**ECTS-Punkte**
6	**6**	**WS + SS**	**2 Semester**	**4**	**6**

Modulverantwortliche/r	Studiendekan bzw. Studienbeauftragter der FR 7.4
Dozent/inn/en	Dozenten der Fachrichtung/der Universität oder Lehrbeauftragte
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Systems Engineering, Modulgruppe Management und Organisation Master Systems Engineering, Organisation und Management
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Projektaufgabe oder Referat, mündliche oder schriftliche Prüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	2x2 SWS Vorlesung
Arbeitsaufwand	Gesamt 180 Stunden, davon • Präsenzzeit Vorlesung 2x15 Wochen à 2 SWS = 60 Std. • Vor- u. Nachbereitung Vorlesung = 30 Stunden • Projektaufgabe oder Referat = 60 Stunden • Klausurvorbereitung = 30 Stunden
Modulnote	Prüfungsnote

Lernziele/Kompetenzen
Die Studierenden erwerben ein Überblickswissen über grundlegende Gebiete der Arbeits- und Betriebswissenschaften als interdisziplinäres Themengebiet der Ingenieurwissenschaften mit Schnittstellen zur Betriebswirtschaft.

Inhalt
- Menschliche Arbeit als Teil der Produktentstehung
  - Planung, Gestaltung, Leistung und Durchführung menschlicher Arbeit
- Betriebe als Ort der Produktentstehung
  - Analyse und Gestaltung betrieblicher Einrichtungen und Abläufe
  - Betriebliches Rechnungs- und Finanzwesen
  - Führung und Entscheidungsfindung
- Industrielle Leistungserstellung
  - Technologie-, Innovations- und Entwicklungsmanagement
  - Supply Chain Management und Logistik
  - Produktionsplanung und Produktion
- Nachhaltigkeit als Leitbild der Leistungserstellung
- Transfer in ein reales oder fiktives Übungsprojekt
- Vertiefung in eigenständigen Referatsbeiträgen

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: i.d.R. Deutsch, ggf. tw. Englisch
Literaturhinweise: Unterlagen zu den Vorlesungen, weiterführende Literaturhinweise der Dozenten

Modul **Unternehmensgründung**					Abk. **UG**
Studiensem. **3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **2**	ECTS-Punkte **2**

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus, Vertreter von der KWT, eingeladene Firmengründer und Fachdozenten
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Systems Engineering, Management und Organisation Master Systems Engineering, Organisation und Management
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	unbenotete Prüfung (je nach Hörerzahl mündlich oder schriftlich) und regelmäßige aktive Teilnahme an der Lehrveranstaltung, bei mehr als zweimaligem Fehlen gilt das Modul als nicht bestanden
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung/Seminar: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen á 2 SWS 30 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung 15 h Prüfungsvorbereitung 15 h Summe 60 h (2 CP)
Modulnote	unbenotet

Lernziele/Kompetenzen

Es werden die Grundlagen der Selbständigkeit in Form von Vorlesungen, Erfahrungsberichten und praktischen Übungen durch jeweilige Experten, wie Ingenieure, Rechts- und Patentanwälte, Unternehmensberater und Firmengründer vermittelt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Fragestellungen bzgl. Ausgründungen von Ingenieuren. Die vermittelten Kenntnisse sollen Interessierte informieren und in die Lage versetzten, bei einer zukünftigen Geschäftsgründung zielgerichteter und damit erfolgreicher vorgehen zu können. Die Moderatoren der Veranstaltung, wie auch das Starterzentrum mit seinem Beratungsangebot stehen für Fragen während und nach der Veranstaltungsreihe zur Verfügung.

Inhalt

- Grundlagen der Selbständigkeit
- Geschäftsmodellentwicklung – Von der Idee zum Konzept
- Rechtsformwahl – Gewerbe vs. Freiberufliche Tätigkeit
- Erstellung eines Businessplans
- Finanzierungsmöglichkeiten
- Gewerbliche Schutzrechte
- Patentrechercheseminar (CIP-Pool)
- Netzwerke, Zeitmanagement, Zielsetzung, Motivation
- Stärken/Schwächen analysieren
- Versicherungsschutz für Unternehmen
- Erfahrungsberichte von Gründern

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

Die Vortragsfolien werden von denn Dozenten i.d. Regel zur Verfügung gestellt.
Literatur wird bei Bedarf von den Dozenten empfohlen

Gewerbliche Schutzrechte- Schwerpunkt Patentrecht					
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1-3	**3**	**jährlich (WS)**	**1 Semester**	**2**	**3**

Modulverantwortliche/r	Studienkoordinator	
Dozent/inn/en	Patentanwalt Dr.-Ing. Matthias Wolff	
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlbereich Master Systems Engineering, Organisation und Management	
Zulassungsvoraussetzung	Keine	
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete Klausur	
Lehrveranstaltungen / SWS	Patentrecht (2V)	
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 2 SWS Vor- und Nachbereitung, Prüfung Summe	30h 60h 90h (3 CP)
Modulnote	Note der Klausur	

Lernziele / Kompetenzen

Die Studierenden:

- erwerben für die Praxis hilfreiche Grundkenntnisse im Patent-, Gebrauchsmuster-, Marken- und Designrecht
- erwerben Kenntnisse über den praktischen Nutzen der gewerblichen Schutzrechte
- erwerben Kenntnisse über die Voraussetzungen für die Schutzrechtsfähigkeit von Innovationen
- erlernen die zur Sicherung geistigen Eigentums notwendigen Vorgehensweisen
- erwerben Kenntnisse über den inhaltlichen Aufbau und die Interpretation gewerblicher Schutzrechte, insbesondere von Patenten, und über die Ausarbeitung von Schutzrechtsanmeldungen, insbesondere die Formulierung von Patentansprüchen
- erwerben Kenntnisse über die Erlangung von Patent- und Gebrauchsmusterschutz für Erfindungen im Bereich der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik
- erwerben Kenntnisse über den Ablauf von Verfahren von gewerblichen Schutzrechten vor den zuständigen Ämtern, insbesondere zu Anmelde- und zur Prüfungsverfahren
- erwerben Kenntnisse über den Umgang mit Schutzrechtsverletzungen, insbesondere die Verletzungsprüfung, die bei Schutzrechtsverletzungen herleitbaren Ansprüche und deren Durchsetzung in der Praxis sowie das Verhalten als Schutzrechtsverletzer
- erlernen Strategien für die Schutzrechtsanmeldung, insbesondere mit Hinblick auf die Erlangung von internationalem Schutz und die damit verbundenen Kosten
- erwerben in einem Patentrecherchekurs Kenntnisse über die Recherche nach technischen Schutzrechten
- erlernen die im Falle von Arbeitnehmererfindungen mit Hinblick auf das Arbeitnehmererfindungsrecht die korrekten Vorgehensweisen aus Arbeitnehmer- und Arbeitgebersicht

Inhalt

Vorlesung Patentrecht (3 CP):

- Patent-, Gebrauchsmuster-, Marken- und Designrecht
- Schutzvoraussetzungen für gewerbliche Schutzrechte
- Aufbau und Interpretation gewerblicher Schutzrechte
- Schutz von Erfindungen im Bereich der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik
- Verfahren vor den Ämtern für gewerblichen Rechtsschutz
- Schutzrechtsverletzungen: Prüfung und Verhaltensweisen, herleitbare Ansprüche
- Strategien für die Schutzrechtsanmeldung auch mit Hinblick auf internationalen Schutz
- Kurs zur Recherche nach technischen Schutzrechen
- Arbeitnehmererfindungsrecht

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

Skripten zu den Vorlesungen

Die Folien der Vorlesung werden den Studenten zur Verfügung gestellt.

Modul **Digital Entrepreneurship**					Abk. **DIGEN**
Studiensem. **5 (Ba),3 (Ma)**	Regelstudiensem. **5 (Ba),3 (Ma)**	Turnus **WS**	Dauer **1 Semester**	SWS **4**	ECTS-Punkte **6**

Modulverantwortliche/r	Jun.-Prof. Benedikt Schnellbächer
Dozent/inn/en	Jun.-Prof. Benedikt Schnellbächer
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Systems Engineering – Organisation und Management Master Systems Engineering- Organisation und Management
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formale Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	In der Klausur werden die Inhalte der Lehrveranstaltung und Übung geprüft. Weiterhin werden die in der Lehrveranstaltung und Übung erlernten Fähigkeiten von den Studierenden in Fallstudien unter Beweis gestellt. Die Gesamtnote setzt sich hälftig aus Klausurnote und Fallstudienbewertung zusammen.
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung 2 SWS und Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand	180 h
Modulnote	Für das erfolgreiche Bestehen des Kurses müssen die Studierenden erfolgreich an einer Klausur sowie im Rahmen der Übung erfolgreich Fallstudien bearbeiten. Die Modulnote setzt sich zu 50% aus der Klausurnote sowie zu 50% aus den Fallstudienergebnissen zusammen.

Lernziele/Kompetenzen
Nach dem Besuch des Moduls „Digital Entrepreneurship“ sind die Studierenden in der Lage verschiedene Werkzeuge und Techniken aus dem Entrepreneurship zu verwenden, um damit Entscheidungen in einer von Unsicherheit geprägten unternehmerischen Umwelt zu treffen. Dabei werden insbesondere Herausforderungen und Ansätze thematisiert, die durch die zunehmende Digitalisierung sowie die damit verbundene Entwicklung neuer Technologien entstehen und folglich in digitalfokussierten Startups Anwendung finden. In dem Modul "Digital Entrepreneurship" werden unterschiedliche Entscheidungsstrategien und Frameworks aus Forschung und Praxis vorgestellt, die sich anschaulich an einer Vielzahl von konkreten Beispielen und Anwendungen orientieren. Das Ziel der Lehrveranstaltung besteht darin, den Studenten ein tiefgreifendes Verständnis für die Relevanz, Anforderungen, Strukturen und Methoden von digitalen Startups zu vermitteln.

Die spezifischen Kompetenzen, die die Studenten dabei erwerben sollen, umfassen:
(1) Die Fähigkeit, verschiedene Strategien wie digitale Geschäftsmodellentwicklung und Lean Entrepreneurship für Startups anzuwenden,
(2) das Anwenden von Techniken zur Neuproduktentwicklung und agilem Projektmanagement,
(3) die Fähigkeit, Praktiken einzusetzen zur Marktbewertung sowie Eintrittsstrategien, um sich als Startup erfolgreich im Markt zu etablieren,
(4) das Kennenlernen und die Einübung von Wachstumsstrategien sowie Ansätzen um Investoren von dem Startup zu überzeugen

Inhalt
Die Digitalisierung und die damit verbundenen technologischen Durchbrüche bieten enorme Herausforderungen und Möglichkeiten. Angesichts des raschen technologischen Wandels ergeben sich die Fragen: Wie können neu entstehende Geschäftsmöglichkeiten erkannt und realisiert werden? Startups sind prädestiniert Geschäftsgelegenheiten in diesem Kontext zu nutzen durch ihre Flexibilität und den sinkenden Ressourcenaufwand, welche digitale Technologien oftmals ermöglichen. Dieser theoriegeleitete und handlungsorientierte Kurs gibt einen Überblick auf digitale Kerntechnologien und wie Strategien und Instrumente wie digitalfokussierte Startups gegründet und am Markt etabliert werden können. Nach erfolgreichem Abschluss des Kurses sind Studierende in der Lage: (1) zu erklären, warum, wann und wie sich digitale Startups entwickeln, (2) zu erklären, warum und wie einige digitale Startups digitale Technologien effektiv integrieren und manche erfolgreicher sind als andere, (3) systematisch zwischen verschiedenen Ansätzen zu wählen wie digitale Startups gegründet werden und diese einzusetzen

Weitere Informationen

https://www.uni-saarland.de/lehrstuhl/schnellbaecher.html

Unterrichtssprache:
Englisch

Literaturhinweise:

- Duening, T. N., Hisrich, R. A., and M. A. Lechter 2020. Technology Entrepreneurship: Taking Innovation to the Marketplace. Academic Press.
- Evers, N., Cunningham, J., and Hoholm, T. 2017. Technology Entrepreneurship: Bringing Innovation to the Marketplace. Red Globe Press.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., and Smith, S. 2015. Value Proposition Design: How to Create Products and Services Customers Want. Wiley.
- Pioch, S. 2019. Digital Entrepreneurship: Ein Praxisleitfaden für die Entwicklung eines digitalen Produkts von der Idee bis zur Markteinführung. Springer Gabler.
- Whittington, D. 2018. Digital Innovation and Entrepreneurship. Cambridge University Press.

Modul **Tutortätigkeit**					Abk. **TT**
Studiensem. **3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS **≤2**	ECTS-Punkte **<4**

Modulverantwortliche/r	Prüfungsausschussvorsitzende/r
Dozent/inn/en	Dozent/inn/en der Fachrichtung Systems Engineering
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Wahlbereich
Zulassungsvoraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss des zu betreuenden Moduls Durchführung als Lehrveranstaltung, das heißt unbezahlt.
Leistungskontrollen / Prüfungen	Hospitation der von den Tutoren abgehaltenen Lehrveranstaltungen
Lehrveranstaltungen / SWS	Betreuung von Übungen
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Stunden (1SWS) Vorbereitung der Übungen/Praktika 45 Stunden --- Summe 60 Stunden (2CP)
Modulnote	Unbenotet

Lernziele/Kompetenzen

- Einblick in die Organisation von Lehrveranstaltungen und Umsetzung methodischer Ziele
- Didaktische Aufbereitung komplexer physikalischer Sachverhalte
- Fähigkeit zur Ausrichtung eines Fachvortrags am Vorwissen des Auditoriums

Inhalt

- Einführung in die fachdidaktischen Aspekte der jeweiligen Lehrveranstaltung
- Moderieren von Übungsgruppen/Betreuung von Praktikumsversuchen
- Korrektur von schriftlichen Ausarbeitungen
- Teilnahme an den Vorsprechungen der Übungsgruppenleiter/Praktikumsbetreuer

Weitere Informationen: Credit Punkte werden ausnahmslos für unbezahlte Tutortätigkeit vergeben. Dies gilt für alle Tutortätigkeiten, die am oder nach dem 28.05.2021 vereinbart werden; siehe hierzu auch den Beschluss des Prüfungsausschusses vom 25.05.2021.

Unterrichtssprache:

Literaturhinweise:

Modul **Berufspraktische Tätigkeit**					Abk.
Studiensem. **3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **8 Wochen**	SWS **---**	ECTS-Punkte **9**

Modulverantwortliche/r	Studiendekan bzw. Studienbeauftragter der NTF II
Dozent/inn/en	Prüfer(in) nach Paragraph „Berufspraktische Tätigkeit“ der Prüfungsordnung.
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Berufspraktische Tätigkeit
Zulassungsvoraussetzungen	Positive Begutachtung des Themengebiets und Inhaltes der Berufspraktischen Tätigkeit durch eine(n) Prüfer(in) nach Paragraph „Berufspraktische Tätigkeit“ der Prüfungsordnung.
Leistungskontrollen / Prüfungen	Kolloquium
Lehrveranstaltungen / SWS	Praktikum in der Industrie Vortrag mit Kolloquium
Arbeitsaufwand	8 Wochen
Modulnote	Unbenotet

Lernziele/Kompetenzen

- Umsetzung und Anwendung der Lehrinhalte des Studiengangs
- Zielorientiertes Arbeiten in einem Team unter Randbedingungen der Industrie
- Erwerb von Fertigkeiten zur Dokumentation des Arbeitsvortschritts
- Fähigkeit zur Präsentation und Verteidigung der Ergebnisse

Inhalt

- Bearbeitung eines Themengebietes des Systems Engineering in einem industriellen Umfeld
- Präsentation der Arbeiten und Ergebnisse in einem Vortrag mit abschließendem Kolloquium

Weitere Informationen

Unterrichtssprache:

Literaturhinweise:

Modul **Master-Seminar**					Abk.
Studiensem. **3**	Regelstudiensem. **3**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **9 Wochen**	SWS **---**	ECTS-Punkte **12**

Modulverantwortliche/r	Studiendekan bzw. Studienbeauftragter der NTF II
Dozent/inn/en	Prüfer/Prüferinnen und Betreuer/Betreuerinnen nach entsprechend der jeweils gültigen Prüfungsordnung des Studiengangs
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering, Master Seminar
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Seminarvortrag
Lehrveranstaltungen / SWS	
Arbeitsaufwand	Bearbeitung der Fragestellung mit Anfertigung der Präsentation (Bearbeitungszeit 9 Wochen) 360 Stunden
Modulnote	Benotet

Lernziele/Kompetenzen

- Entwicklung einer Fähigkeit zu wissenschaftlichem Arbeiten unter Anleitung
- Selbständiges Recherchieren und Erschließen von einschlägiger Literatur
- Fähigkeit zur Dokumentation von Arbeitsverlauf und Ergebnissen
- Fähigkeit zur wissenschaftliche Präsentation und Diskussion der erzielten Ergebnisse

Inhalt

- Literaturstudium zum vorgegebenen Thema
- Erarbeitung der relevanten Methodik
- Dokumentation des Projektverlaufs
- Präsentation der Ergebnisse mit abschließendem Kolloquium

Weitere Informationen

Unterrichtssprache:

Literaturhinweise:

Modul **Master-Arbeit**					Abk. **MA**
Studiensem. **4**	Regelstudiensem. **4**	Turnus **Jedes WS+SS**	Dauer **1 Semester**	SWS	ECTS-Punkte **30**

Modulverantwortliche/r Studiendekan bzw. Studienbeauftragter der NTF II

Dozent/inn/en Dozenten des Systems Engineering

Zuordnung zum Curriculum Master Systems Engineering, Master Arbeit

Zulassungsvoraussetzungen Gemäß Paragraph „Zulassung zur Master-Arbeit“ in der jeweils gültigen Fassung der Prüfungsordnung

Leistungskontrollen / Prüfungen

- Anfertigung einer Master-Arbeit
- Wissenschaftlicher Vortrag und Kolloquium über den Inhalt der Master-Arbeit

Lehrveranstaltungen / SWS

Arbeitsaufwand Bearbeitung der Fragestellung und Anfertigung der Arbeit (Bearbeitungszeit 22 Wochen)

900 Stunden

Modulnote Aus der Beurteilung der Master-Arbeit

Lernziele/Kompetenzen

- Fähigkeit zum Einarbeiten in ein wissenschaftliches Themengebiet unter Anleitung
- Zielgerichtete Bearbeitung eines Projektes mit wissenschaftlichen Methoden unter Anleitung
- Fähigkeit reproduzierbare wissenschaftliche Ergebnisse zu erzielen und schlüssig darzulegen

---

Inhalt

- Literaturstudium zum vorgegebenen Thema
- Erarbeitung der relevanten Methodik
- Dokumentation des Projektverlaufs
- Anfertigung der Master-Arbeit