

# Modulbeschreibung

## M.Sc. Medizintechnik PO24

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Aktive elektronische Implantate			
<b>Module title English</b>			
Active Electronic Implants			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Aktive elektronische Implantate			
<b>Course title English</b>			
Active Electronic Implants			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehrinheit</b>
Seidl, Karsten			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		1
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Bei dieser Lehrveranstaltung werden die aktuellen Herausforderungen und Trends bei der Entwicklung von aktiven Implantaten behandelt. D. h., beim System-Design spielen die Komponenten der Schaltungsentwicklung (CMOS-Schaltung, inkl. telemetrische Datenübertragung), der Sensorik (Mikro- und Nanosystemtechnik) und der Aufbau- und Verbindungstechnik (Verkapselung, Bio-Stabilität ...) eine entscheidende Rolle. Hierzu werden die Grundlagen bei der Schnittstelle zwischen der Elektronik und dem degenerierten Gewebe bzw. dem zu untersuchenden Objekt gegeben und die Technik der Neuromodulation vorgestellt. Also der elektrischen und optischen Informationsübertragung durch gezielte Pulse. Gleichzeitig wird die Technik der bidirektionalen Kommunikation vorgestellt, bei dem die elektrische Anregung in Kombination mit der simultanen Erfassung der Gewebe-Aktivitäten vollzogen wird. Insgesamt wird an diversen Fallbeispielen (Retina, Tiefenhirn, Cochlea, ...) der aktuelle Stand der Technik mit den zukünftigen Trends erläutert.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studenten sind fähig zu unterscheiden, welche Anforderungen und Konzepte zur Entwicklung eines Implantats für die unterschiedlichen Applikationen erforderlich sind. Sie erlernen, wie die Elektroden zur elektrischen Anregung und zur Erfassung von Gewebe-Aktivitäten dimensioniert werden und wie die CMOS-Schaltungen aussehen müssen. Sie verstehen die physikalischen Prozesse zur Interaktion mit dem Gewebe (Sensor-/Aktor-Prinzip).

<b>Description / Content English</b>
This course deals with the current challenges and trends in the development of active implants. This means that the components of circuit design (CMOS circuit, incl. telemetric data transmission), sensor technology (micro- and nanosystem technology) and assembly technology (encapsulation, bio-stability ...) play an important role in system design. For this purpose, the basics at the interface between the electronics and the degenerated tissue are given and the technique of neuromodulation is presented. In other words, the electrical and optical transmission of information is done with well-defined pulses. At the same time the technique of bidirectional communication is presented, in which the electrical excitation is performed in combination with the simultaneous recording of tissue activities. All in all, the current state of the art and future trends will be explained using various case studies (retina, deep brain, cochlea, ...).

### Learning objectives / skills English

The students are able to distinguish which requirements and concepts are necessary to develop an implant for the different applications. They will learn how to dimension the electrodes for electrical excitation and the detection of tissue activity and how the CMOS circuits must look like. They understand the physical processes involved in interaction with the tissue (sensor/actuator principle).

### Literatur

P. Cong (ed.), Circuit Design Considerations for Implantable Devices, River Publishers, 2017  
E. Katz (ed.), Implantable Bioelectronics, Wiley, 2014  
R. Pethig (ed.), Introductory Bioelectronics, Wiley, 2013  
G.A. Urban (ed.), BioMEMS, Springer, 2006

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Antennas for Communications			
<b>Module title English</b>			
Antennas for Communications			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Antennas for Communications</b>			
<b>Course title English</b>			
Antennas for Communications			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Rennings, Andreas			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D/E	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1	1	
<b>Studienleistung</b>			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Mündliche Prüfung			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Wahlveranstaltung „Antennen“ wird in englischer Sprache angeboten als „Antennas for Communications“ gemeinsam für Studierende der Studiengänge EIT und ISE. Die Veranstaltung führt ein in die theoretischen Grundlagen von Antennen für Hochfrequenz- und Mikrowellen-Systeme: Insbesondere wird nach Einführung von Grundbegriffen der Antennentechnik die Abstrahlung von elementaren Strahlern feldtheoretisch abgeleitet, die Gruppencharakteristiken von linearen und planaren Elementgruppen abgeleitet und als Anwendung praktische Antennen diskutiert.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden sind in der Lage die Grundkonzepte der Antennentechnik auf praktische Fragestellungen der Systemtechnik anzuwenden, insbesondere geeignete Antennenformen vorzuschlagen, deren Eigenschaften zu umreißen und näherungsweise quantitativ zu bestimmen.

<b>Description / Content English</b>
The elective course in „Antennas for Communications“ is held for students both of ISE and the EIT programs. The lecture and exercises introduce the theoretical fundamentals of antennas for Radio Frequency and Microwave systems: In particular, after the introduction of basic antenna related terms, the radiation from elementary radiators is studied using electro-magnetic field theory. The theoretical characteristics of array antennas is studied and applications to practical antenna designs are explained and analyzed.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students are able to apply fundamental antenna concepts to practical problems of RF- and Microwave systems. In particular, students are able to propose suitable antenna types, describe the properties of chosen antenna types and give approximate quantitative performance characteristics.

## Literatur

1. Balanis, Constantine: Antenna Theory, 3rd edition, John Wiley&Sons, 2005
2. Jasik, Henry: Antenna Engineering Handbook, 1st edition, McGraw-Hill, 1981
3. Kraus, John: Antennas for all applications, 3rd edition, McGraw-Hill, 2003

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Automobilelektronik			
<b>Module title English</b>			
Automotive Electronics			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Automobilelektronik			
<b>Course title English</b>			
Automotive Electronics			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Pelz, Georg			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Elektronik spielt im Automobil heute schon eine überragende Rolle. Kaum eine Innovation der letzten 30 Jahre wäre ohne Elektronik vorstellbar. Mit den aufkommenden Hybrid- und Elektrofahrzeugen wird die Bedeutung der Automobilelektronik nochmals deutlich zulegen. Die Vorlesung illustriert dies anhand diverser Beispiele, wobei die vier großen Anwendungsfelder der Automobil-Elektronik (Antrieb, Sicherheit, Komfort und Infotainment) berücksichtigt werden. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf den Hybrid- und Elektrofahrzeugen. Zusätzlich werden im Rahmen der Vorlesung die Kompetenzen angesprochen, die in den einzelnen Pflichtveranstaltungen des Moduls Elektrotechnik vermittelt werden. Weiterhin wird die Vorlesung diverse Schaltungs- und Systemkonzepte vorstellen, auf den Entwicklungsablauf und die zugehörige Methodik eingehen, die Abhängigkeiten von Elektronik, Mechanik und Software im Auto illustrieren, besonderen Wert auf die Randbedingungen des industriellen Umfeldes legen. Die Übung zur Vorlesung ist als Konzeptstudie ausgestaltet, und beschäftigt sich mit der Elektrifizierung des Antriebs eines klassischen Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die grundlegenden Komponenten der automotiven Elektronik und die Architekturen der aus diesen Komponenten entwickelten Steuergeräte und Systeme.</li> <li>- verstehen die Automobilelektronik als Teil eines heterogenen Gesamtsystems mit einer Vielzahl von Domänen (Digitalelektronik, Analogelektronik, Software, Mechanik, Thermik, etc.)</li> <li>- gewinnen einen Überblick über die Strukturen der Automobilindustrie und die Formen der Kooperation entlang der Wertschöpfungskette.</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

Electronics today already plays a major role in the automotive arena. Almost all innovations in the last 30 years depend on the availability of suitable electronics. With the upcoming hybrid and electric cars, the prevalence of electronics in cars will even rise. The lecture illustrates this through a plethora of examples, taking into account the four major application fields (propulsion, safety, comfort and infotainment). Here, a special focus is put on hybrid and electric cars. Moreover, the lecture shows a variety of circuit and systems concepts, covers the design flow and the underlying methodology, elaborates on the dependencies between electronics, mechanics and software, puts a special emphasis on how this works out in an industrial environment. The exercise is dealing with a concept study and covers the electrification of the drive train of a classical car with combustion engine.

### Learning objectives / skills English

The students

- know the basic components of automotive electronics and the architectures of the electronic control units and automotive systems built thereof
- understand the automotive electronics as a constituent of a heterogeneous system comprising multiple domains (digital electronics, analog electronics, software, mechanics, thermal etc.)
- get a general idea on the automotive industry and the forms of cooperation along the value chain.

### Literatur

- [1] Ronald K. Jurgen, Automotive Electronics Handbook, McGraw-Hill
- [2] Richard Stone, Jeffrey K. Bell, Automotive Engineering Fundamentals, SAE International
- [3] Bosch - Kraftfahrtechnischen Taschenbuch, Vieweg
- [4] Georg Pelz, Mechatronic Systems - Modelling and Simulations with HDLs, Wiley

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Bioelectromagnetics			
<b>Module title English</b>			
Bioelectromagnetics			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Bioelectromagnetics</b>			
<b>Course title English</b>			
Bioelectromagnetics			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Erni, Daniel			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D/E	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1	1	
<b>Studienleistung</b>			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur oder Hausarbeit			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>In dieser Lehrveranstaltung des zweiten Semesters werden die Grundlagen der Wechselwirkung zwischen elektromagnetischen Felder und biologischen/organischen Strukturen vermittelt. Dies beinhaltet zum einen die quantitative Behandlung biologischer Gewebemodelle (als komplexe randomisierte Komposit-Strukturen) und zum anderen die numerischen und experimentellen Methoden zur Analyse von Immissions- und Emissionsszenarien. Besonderer Wert wird hier auf die Betrachtung der Ursache, Wirkung und Gesetzmäßigkeiten der Wechselwirkungsmechanismen gelegt, sowie auf ein anschauliches Verständnis der abgeleiteten sicherheitsrelevanten Aspekte (Dosimetrie im Kontext nichtionisierender Strahlung). Dies wird anhand der typischen technischen Szenarien erarbeitet: Die elektrische Energieversorgung mit ihren niederfrequenten Feldern und hinsichtlich der hochfrequenten Strahlungsfelder der drahtlosen Kommunikation. Zur erweiterten Betrachtung gehören auch sozio-technische Aspekte wie Regulation durch entsprechende Grenzwerte und die Verhandlung möglicher Risiken (z.B. bei der Mobilkommunikation) und deren unterschiedliche Wahrnehmung. Letzteres am Beispiel von sozialen Gegenbewegungen Mitte der 90er Jahre im Kontext der „Grassroot Electromagnetics“. Die Vorlesung beinhaltet die folgenden Themenstellungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nichtionisierende elektromagnetische Felder in der Biosphäre</li> <li>– Elektromagnetische Felder in der öffentlichen Wahrnehmung</li> <li>– Regulationen und Grenzwerte</li> <li>– Feldgrößen</li> <li>– Das biologische Substrat (Gewebemodelle)</li> <li>– Wechselwirkungsszenarien</li> <li>– Computational bioelectromagnetics</li> <li>– Experimental electromagnetic field exposure assessment</li> <li>– Aktuelle Forschungsfelder im Rahmen von Bioelectromagnetics</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

Neben der vertieften Behandlung exogener und endogener elektromagnetischer Wechselwirkungen werden die Studierenden in dieser Lehrveranstaltung befähigt, technische, biologische und soziale Konsequenzen dieser elektromagnetischen Wechselwirkung zu beurteilen und im Rahmen einer kleinen Projektarbeit auch quantitativ zu bewerten. Die Studierende sind zudem in der Lage die aktuellen Problem- und Forschungsfelder im Rahmen der Bioelectromagnetics zu benennen.

### Description / Content English

This second term course on Bioelectromagnetics is devoted to the basic interactions between electromagnetic fields and biological/organic structures. This includes the analysis of electromagnetic tissue models (based on randomized layered composite structures) as well as numerical and experimental methods for the quantitative assessment of both, emission and immission scenarios with a distinct emphasis on cause and effect of these interactions together a fine grasp on safety-related issues (i.e. the dosimetry of non-ionizing radiation). The courses will address typical technical settings such as low-frequency field emission in electrical power transmission and the RF emission in mobile communications. An extended view on electromagnetic interactions is then provided looking at socio-technical aspects such as e.g. regulation and standardization issues (i.e. safety values) and the public negotiation strategies of potential risks in the context of mobile communications that is mainly fuelled by the different risk perception. Illustrative examples will be given along the counterculture of grassroots electromagnetics in the mid nineties. The lecture includes the following topics:

- Non-ionizing electromagnetic fields in the biosphere
- Fields in the general public
- Regulations and standards
- Figures of fields
- The biological substrate
- Interaction scenarios
- Computational bioelectromagnetics
- Experimental electromagnetic field exposure assessment
- Current research in bioelectromagnetics

### Learning objectives / skills English

Based on this course the students are capable to provide an expert view on exogenous and endogenous electromagnetic interactions. In the framework of a corresponding class project they will be qualified to name and validate the technical, biological and social consequences of these interactions. The students are also capable to name the essential problem areas of bio-electromagnetic interactions together with the trends and activities in current research on Bioelectromagnetics.

### Literatur

- J. Fröhlich, S. Huclova, C. Beyer, and D. Erni, book chapter 12 „Accurate multi-scale skin model suitable for determining sensitivity and specificity of changes of skin components,“ pp. 353-394, in Computational Biophysics of the Skin, Bernard Querleux (Ed.), Singapore: Pan Stanford Publishing Pte. Ltd., (ISBN-978-981-4463-84-3), 2014.
- S. Huclova, D. Erni, and J. Fröhlich „Modeling and validation of dielectric properties of human skin in the MHz region focusing on skin layer morphology and material composition,“ J. Phys. D: Appl. Phys., vol. 45, no. 2, pp. 025301-1–17, Jan. 18, 2012.
- S. Huclova, D. Erni, and J. Fröhlich, „Modelling effective dielectric properties of materials containing diverse types of biological cells,“ J. Phys. D: Appl. Phys., vol. 43, no. 36, pp. 365405–1-10, Sept. 15, 2010.
- K. Jerbic, J. T. Svejda, B. Sievert, A. Rennings, J. Fröhlich, and D. Erni, „The importance of subcellular structures to the modeling of biological cells in the context of computational bioelectromagnetics simulations,“ Bioelectromagnetics, vol. 44, no. 1-2, pp. 26-46, Jan.-Feb., 2023.
- Peter Stavroulakis, Biological Effects of Electromagnetic Fields. Berlin: Springer-Verlag, 2003.
- Frank S. Barnes, Ben Greenbaum, (eds.), Biological and Medical Aspects of Electromagnetic Fields, Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields (3rd ed.), Boca Raton: CRC Press / Taylor & Francis, 2007.
- Frank S. Barnes, Ben Greenbaum, (eds.), Bioengineering and Biophysical Aspects of Electromagnetic Fields, Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields (3rd ed.), Boca Raton: CRC Press / Taylor & Francis, 2007.
- Cynthia Furse, Basic Introduction to Bioelectromagnetics, (2nd ed.), Boca Raton: CRC Press / Taylor & Francis, 2012.
- Carl H. Durney, Douglas H. Christensen, Basic Introduction to Bioelectromagnetics, Boca Raton: CRC Press / Taylor & Francis, 1999.

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Biofluidmechanik			
<b>Module title English</b>			
Biofluidmechanics			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Biofluidmechanik			
<b>Course title English</b>			
Biofluidmechanics			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Kowalczyk, Wojciech			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
1	2		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Inhalte der Lehrveranstaltung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau des Kreislaufsystems</li> <li>- Blut als Strömungsmedium</li> <li>- Transportphänomene</li> <li>- Bilanzgleichungen</li> <li>- Fluidmechanik der Blutströmung</li> <li>- Künstliche Organe, Implantate</li> <li>- Messung der Gefäßgeometrie und Strömungsparameter</li> <li>- Numerische Methoden</li> <li>- Fluid-Struktur-Wechselwirkung</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Kenntnisse und Zusammenhänge aus der funktionellen Anatomie insbesondere aus kardiologischer Sicht vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage die biofluidmechanischen Probleme mittels experimenteller und numerischer Verfahren selbständig zu bearbeiten.</p>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

Content of the course:

- Human circulatory system
- Blood as a flow medium
- Transport phenomena
- Balance equations
- Fluid mechanics of blood flow
- Artificial organs, implants
- Measurement of the geometry of blood vessels and flow parameters
- Numerical Methods
- Fluid Structure Interaction (FSI)

**Learning objectives / skills English**

In the course basic knowledge and relationships from the functional anatomy, especially from the cardiac point of view are conveyed. The students are able to work independently on biofluid mechanical problems applying experimental and numerical approaches.

**Literatur**

Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher: PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, Thieme

Fung Yuan-Cheng: Biodynamics. Circulation, Springer

Waite: Biofluid Mechanics in Cardiovascular Systems, Mcgraw-Hill

Spurk, Aksel: Strömungslehre. Einführung in die Theorie der Strömungen, Springer

Modulname laut Prüfungsordnung			
Biofluidmechanik Projekt			
Module title English			
Biofluidmechanics Project			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Biofluidmechanik Projekt			
Course title English			
Biofluidmechanics Project			
Verantwortung			Lehreinheit
Kowalczyk, Wojciech			MB
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		3	
Studienleistung			
Modellierung und Simulation			
Prüfungsleistung			
Bericht, mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Studierenden bearbeiten selbständig (numerisch oder experimentell) eine Fragestellung zum einen der folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transportphänomene</li> <li>- Fluidmechanik der Blutströmung</li> <li>- Künstliche Organe, Implantate</li> <li>- Messung der Gefäßgeometrie und Strömungsparameter</li> <li>- Numerische Methoden</li> <li>- Fluid-Struktur-Wechselwirkung</li> </ul>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>In der Lehrveranstaltung werden die Studierenden die grundlegenden Kenntnisse und Zusammenhänge aus der funktionellen Anatomie insbesondere aus kardiologischer Sicht sowie die Kenntnisse aus der Fluidodynamik anwenden um ein bestimmtes Thema selbständig zu bearbeiten. Die Studierenden sind in der Lage die biofluidmechanischen Probleme mittels experimenteller und numerischer Verfahren selbständig zu bearbeiten.</p>

Description / Content English
<p>The students independently work on a (numerical or experimental) problem from one of the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transport phenomena</li> <li>- Fluid mechanics of blood flow</li> <li>- Artificial organs, implants</li> <li>- Measurement of vasculature and flow parameters</li> <li>- Numerical methods</li> <li>- Fluid-structure-interaction</li> </ul>
Learning objectives / skills English

In this course the students will independently apply the fundamental knowledge and relations of functional anatomy, especially from a cardiological viewpoint as well as knowledge from fluid dynamics to a specific problem. The students are able to independently work on biofluid mechanical problems using experimental and numerical methods.

### Literatur

Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher: PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, Thieme

Fung Yuan-Cheng: Biodynamics. Circulation, Springer

Waite: Biofluid Mechanics in Cardiovascular Systems, Mcgraw-Hill

Spurk, Aksel: Strömungslehre. Einführung in die Theorie der Strömungen, Springer

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Biomechanik			
<b>Module title English</b>			
Biomechanics			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Biomechanik			
<b>Course title English</b>			
Biomechanics			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehrinheit</b>
Kowalczyk, Wojciech			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Lehrveranstaltung beinhaltet folgende Themen:

- Einführung in die Anatomie und Funktionsweise des Bewegungsapparates,
  - Tribologie der Gelenke und Endoprothesen,
  - Möglichkeiten und Verfahren zur Modellierung und Beschreibung von biomechanischen Abläufen in einer Mehrkörper-Simulations-Umgebung (MKS),
  - Verfahren der Messung von Bewegungsabläufen und Bewegungsanalyse,
  - Bestimmung und Interpretation von Muskelaktivitäten mit dem Elektromyogramm (EMG),
- Die Vorlesungen werden von Vortragenden sowohl von der Fakultät für Ingenieurwissenschaften als auch der Medizin gehalten.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Kenntnisse und Zusammenhänge aus der funktionellen Anatomie insbesondere aus orthopädischer und kardiologischer Sicht vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage die biomechanischen Fragestellungen mittels moderner Verfahren selbständig zu bearbeiten.

**Description / Content English**

The course contains following topics:

- Introduction to the anatomy and functionality of the musculoskeletal system,
  - Tribology of joints and endoprotheses,
  - Possibilities and procedures for modelling and description of biomechanical processes in a multi-body simulation environment,
  - Methods for the measuring of movement and motion analysis,
  - Determination and interpretation of muscle activities with the Elektromyography (EMG),
- The individual lectures are given by lecturers from both the Faculty of Engineering and the Faculty of Medicine.

**Learning objectives / skills English**

In the course, basic knowledge and relationships from the functional anatomy, especially from the cardiac and orthopaedic point of view, is conveyed. The students are able to work independently on biomechanical problems applying modern procedures.

### Literatur

Kummer: Biomechanik, Deutscher Ärzte-Verlag

Kapanji: Funktionelle Anatomie der Gelenke, Thieme

Paul Brinckmann, Wolfgang Frobin, Gunnar Leivseth: Orthopädische Biomechanik, Thieme

Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher: PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, Thieme

Fung Yuan-Cheng: Biodynamics. Circulation, Springer

Waite: Biofluid Mechanics in Cardiovascular Systems, Mcgraw-Hill

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Biosignalanalyse und Mustererkennung			
<b>Module title English</b>			
Biosignal analysis and pattern recognition			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Biosignalanalyse und Mustererkennung</b>			
<b>Course title English</b>			
Biosignal analysis and pattern recognition			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Seidl, Karsten			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Zum Beispiel lassen sich mit heutigen Smart-Watches physiologische Kenngrößen, wie die Herzfrequenz und die Sauerstättigung, über die optische Messmethode der Photoplethysmographie (PPG) ermitteln. Dafür ist eine komplexe Signalverarbeitung notwendig. Die Methoden zur Biosignalanalyse werden mit den nachrichten-technischen Verfahren (z. B. Fourier-, Wavelet, Laplace-Transformation) vorgestellt und diskutiert. Zusätzlich werden Methoden zur Datenfilterung mit IIR und FIR-Strukturen vorgestellt und diskutiert, um beispielsweise Störsignale aus dem Nutzsignal zu entfernen. Gegen Ende der Vorlesung wird das Grundprinzip von neuronalen Netzen für den Aufbau eines Klassifikators vorgestellt. Hierzu dienen die Verfahren, um ein Muster aus den Daten zu erkennen bzw. Merkmale zu extrahieren, um das neuronale Netz anzutrainieren. Vertiefend wird ein freiwilliges Übungsprojekt angeboten, bei dem ein neuronales Netz zur Klassifikation von EKG-Daten antrainiert werden soll. Weitere Applikationen wären die hardware-nahe Implementierung der Signalauswertung in Neuro-Implantate, um die Sensordaten möglichst nah am Target auszuwerten.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studenten sind fähig zu unterscheiden, welche nachrichtentechnischen Verfahren erforderlich sind, um beispielsweise ein neuronales Netz zur Klassifikation von Biosignalen anzuwenden, die eine möglichst hohe Genauigkeit zu erzielen.

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

For example, with today's smart watches, physiological parameters such as heart rate and oxygen saturation can be determined using the optical measurement method of photoplethysmography (PPG). This requires complex signal processing. The methods for biosignal analysis are presented and discussed with the communications technology procedures (e.g. Fourier, Wavelet, and Laplace transformations). In addition, methods for data filtering with IIR and FIR structures are presented and discussed, for example to remove interference signals from the useful signal. Towards the end of the lecture, the basic principle of neural networks for the construction of a classifier is presented. For this purpose, methods used to recognize a pattern from the data or to extract features in order to train the neural network are used. A voluntary exercise project is offered, in which a neural network for the classification of ECG data is to be trained. Further applications would be the hardware-related implementation of signal evaluation in neuro-implants in order to evaluate the sensor data as close as possible to the target.

### Learning objectives / skills English

The students are able to distinguish which communications technology procedures are required, for example to use a neural network to classify biosignals in order to achieve the highest possible level of accuracy.

### Literatur

Daniel Ch. v. Grünigen: Digitale Signalverarbeitung mit einer Einführung in die kontinuierlichen Signale und Systeme, 5. Auflage, 2014, Hanser Verlag

Peter Husar: Elektrische Biosignale in der Medizintechnik, 2. Auflage, Springer Verlag

Stefan Bernhard, Andreas Brensing, Karl-Heinz Witte: Biosignalverarbeitung: Grundlagen und Anwendungen mit MATLAB®, De Gruyter Verlag

Ute Morgenstern, Marc Kraft (Hrsg.) Biomedizinische Technik - Band 1 / 5, De Gruyter Verlag

Ian Goodfellow (ed.), Deep Learning – Das umfassende Handbuch, mitp Verlag, 2018

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Computational Electromagnetics 1			
<b>Module title English</b>			
Computational Electromagnetics 1			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Computational Electromagnetics 1</b>			
<b>Course title English</b>			
Computational Electromagnetics 1			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Rennings, Andreas			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D/E	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1	1	
<b>Studienleistung</b>			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Mündliche Prüfung			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die computerorientierte Lösung der Maxwell-Gleichungen spielt eine immer wichtigere Rolle. Die sukzessiven Verbesserungen, sowohl in der Computertechnologie als auch bei den numerischen Algorithmen selbst, tragen dazu bei, dass heutzutage sehr viele Elektromagnetik-Probleme aus der Praxis gelöst werden können.</p> <p>Die „virtuelle Optimierung“ mit Hilfe eines Computers ist sehr viel kostengünstiger und effizienter als das traditionelle Vorgehen mittels Bau und Prüfung von Prototypen-Reihen.</p> <p>Die möglichen Einsatzbereiche finden sich in diversen Sparten der Elektrotechnik: Etwa bei Wirbelstromproblemen in elektrischen Maschinen, Hochfrequenz-Schaltungen und -Antennen, optischen Komponenten, Radarsystemen, Streuungsproblemen und der elektromagnetischen Kompatibilität, um nur einige Anwendungsbeispiele zu nennen.</p> <p>Der Kurs Computational Electromagnetics 1 (CEM-1) hat zwei wesentliche Ziele:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Vermittlung von Grundkenntnissen über die drei wichtigsten Methoden zur numerischen Lösung von elektromagnetischen Feldproblemen, namentlich die Finite-Differenzen Methode (FDM, auch FDTD = Finite-Difference Time-Domain), die Finite-Elemente Methode (FEM) und die Momenten-Methode (MoM, auch BEM = Boundary Element Method).</li> <li>2. Die „sichere“ und effiziente Benutzung von (kommerziellen) Simulations-Werkzeugen auf Basis der o.g. numerischen Methoden, namentlich die Software EMPIRE XPU<sup>®</sup> von der IMST GmbH, das open-source FDTD Programm openEMS, die beiden FEM-solver COMSOL Multiphysics™ und ANSYS HFSS, sowie das MoM-basierte tool FEKO™ von Altair Engineering. Die entsprechenden Kenntnisse werden durch das selbstständige Durcharbeiten von sog. Tutorials (Übungen am PC) unter fachkundiger Anleitung vertieft.</li> </ol> <p>Die Kurs-TeilnehmerInnen sind abschließend in der Lage, die geeignetste Software (das geeignetste numerische Verfahren) für „ihr“ Elektromagnetik-Problem auszuwählen und diese effizient und „sicher“ anzuwenden.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden sind abschließend in der Lage die geeignetste Software (das geeignetste numerische Verfahren) für „ihr“ Elektromagnetik-Problem auszuwählen und diese effizient und „sicher“ zu benutzen.

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

The computer-based solution of Maxwell's equations plays an increasingly important role. Due to the successive improvements in the computer technology and the numerical algorithms themselves a lot of practical electromagnetic problems can be solved nowadays.

The „virtual optimization“ using a computer is much more cost effective and efficient than the traditional approach based on building and testing of prototypes-series.

The possible application areas can be found in various sectors of electrical engineering, e.g., eddy current problems in electrical machines, high-frequency circuits and antennas, optical components, radar systems, scattering problems and electromagnetic compatibility, to name just a few.

The course Computational Electromagnetics 1 (CEM-1) has two main objectives:

1. To teach the basic knowledge about the three main methods for the numerical solution of electromagnetic field problems, including the finite difference method (FDM, also FDTD = Finite-Difference Time-Domain), the Finite Element Method (FEM) and the Method of Moments (MoM, also BEM = Boundary Element Method).
2. The „safe“ and efficient use of (commercial) simulation tools based on the above-mentioned numerical methods, especially the software EMPIRE XPU™ by IMST GmbH, the open-source FDTD Program openEMS, the two FEM solver COMSOL Multiphysics™ and ANSYS HFSS, and the MoM -based tool FEKO™ of Altair Engineering. The corresponding knowledge is deepened by working through so-called software tutorials (exercises on the PC) under expert guidance. The course participants are finally able to select the most appropriate software (the most suitable numerical methods) for „their“ electromagnetic field problem and use the corresponding tool efficiently and „safely“.

### Learning objectives / skills English

Students are finally in a position to select the most appropriate software (the most suitable numerical method) for „their“ electromagnetic problem and to use the tool in an efficient and „safe“ manner.

### Literatur

[FDTD] Allen Taflove, Susan C. Hagness, Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method. Norwood: Artech House, 2005.

[FEM] Jianming Jin, The Finite Element Method in Electromagnetics. New York: John Wiley & Sons, 2002.

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Computational Electromagnetics 2			
<b>Module title English</b>			
Computational Electromagnetics 2			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Computational Electromagnetics 2</b>			
<b>Course title English</b>			
Computational Electromagnetics 2			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Rennings, Andreas			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D/E	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1	1	
<b>Studienleistung</b>			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Mündliche Prüfung			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die computerorientierte Lösung der Maxwell-Gleichungen spielt eine immer wichtigere Rolle. Die sukzessiven Verbesserungen, sowohl in der Computertechnologie als auch bei den numerischen Algorithmen selbst, tragen dazu bei, dass heutzutage sehr viele Elektromagnetik-Probleme aus der Praxis gelöst werden können.</p> <p>Die „virtuelle Optimierung“ mit Hilfe eines Computers ist sehr viel kostengünstiger und effizienter als das traditionelle Vorgehen mittels Bau und Prüfung von Prototypen-Reihen.</p> <p>Computational Electromagnetics wird inzwischen für den Entwurf von vielen elektromagnetischen Geräten und Systemen verwendet, die sich in allen Sparten der Elektrotechnik wiederfinden, zum Beispiel in der Mobil-Telefonie, der Satelliten-Kommunikationstechnik, bei elektrischen Maschinen (Motoren, Generatoren und Transformatoren), medizinischen Bildgebungssystemen, Mikrowellen-Schaltungen und -Antennen, optischen Komponenten, Radarsystemen, Streuungsprobleme und der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV).</p> <p>Der Kurs Computational Electromagnetics 2 (CEM-2) hat zwei wesentliche Ziele:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Vermittlung von notwendigen theoretischen Kenntnissen über die wichtigsten Methoden zur numerischen Lösung von elektromagnetischen Feldproblemen, namentlich die Finite-Differenzen Methode (FDM, auch Finite Differenzen im Zeitbereich, engl. Finite-Difference Time-Domain, FDTD) und die Finite-Elemente Methode (FEM).</li> <li>2. Die praktische Implementierung der thematisierten Methoden und Algorithmen am Rechner. Dies soll mittels MATLAB™ erfolgen, da die weitverbreitete Programmierumgebung bereits viele nützliche Funktionen bereitstellt, insbesondere für die Lösung linearer Gleichungssysteme, aber auch im Zusammenhang mit der Visualisierung der numerisch berechneten Felder.</li> </ol> <p>Der CEM-2 Kurs basiert auf dem einführenden Text zum Thema Computational Electromagnetics von Thomas Rylander, Par Ingelström und Anders Bondeson. Das zugehörige ebook steht (hier) für UDE-Studierende zum Download bereit.</p> <p>Zum Ende des Semesters sollen die Kurs-TeilnehmerInnen das Erlernte anwenden und ein „eigenes“ Elektromagnetik-Problem mittels MATLAB™-Implementierung lösen. Diese Programmierfähigkeit soll in kleinen Gruppen erfolgen und wird thematisch individuell angepasst.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

Die Teilnehmer wissen und verstehen,

- warum numerische Methoden für das elektromagnetische Design von Bauteilen/Systemen aus der Praxis unbedingt benötigt werden,
- wie sie die mathematische Formulierung der Lösung eines Feldproblems in ein systematisches Computerprogramm umsetzen,
- welche numerische Methode am besten für ein spezielles Problem geeignet ist,
- wie sie einen PC (Hardware) und kommerzielle oder auch open-source Software effizient für das elektromagnetische Design einsetzen können,
- welche Limitierungen die vorgestellten numerischen Methoden haben.

Sie verstehen die folgenden Methoden im Detail und können zugehörige Software-Produkte (in Klammern) anwenden:

1. Finite Differenzen im Zeitbereich, kurz FDTD (EMPIRE XCcel von der IMST GmbH)
2. Finite Elemente Methode, kurz FEM (COMSOL Multiphysics)
3. Multiple Multipol Methode, kurz MMP (nur Vortrag)

## Description / Content English

The computer-based solution of Maxwell's equations plays an increasingly important role. Due to the successive improvements in the computer technology and the numerical algorithms themselves a lot of practical electromagnetic problems can be solved nowadays.

The „virtual optimization“ using a computer is much more cost effective and efficient than the traditional approach based on building and testing of prototypes-series.

Computational Electromagnetics is now used for the design of many electromagnetic devices and systems, which are widespread into all areas of electrical engineering, for example, in the mobile telephony, satellite communications, electric machines (motors, generators and transformers), medical imaging systems, microwave circuits and antennas, optical components, radar systems, scattering problems and electromagnetic compatibility (EMC).

The course Computational Electromagnetics 2 (CEM-2) has two main objectives:

1. The teaching of necessary theoretical knowledge of the most important methods for the numerical solution of electromagnetic field problems, including the finite difference method (FDM, also Finite-Difference Time-Domain, FDTD) and the Finite Element Method (FEM).
2. The practical implementation of the discussed methods and algorithms on a computer. This should be carried out using MATLAB™, since this widespread programming environment already provides many useful functions, especially for solving systems of linear equations, but also due to the visualization capability.

The CEM-2 course is based on the introductory text on the subject of Computational Electromagnetics by Thomas Rylander, Par Ingelström and Anders Bondeson. The corresponding ebook is available for UDE students (here).

At the end of the semester the course participants should apply what they have learned and solve their „own“ electromagnetics problem using MATLAB™. This programming should be done in small groups. The topics will be „matched“ to the students' interest.

## Learning objectives / skills English

The students know and understand,

- why computer-aided methods are needed and why they are important?
- what is their place among other approaches, like theoretical (analytical) analysis and laboratory experiments?

They understand various computational methods and know how to apply the corresponding simulation software (in brackets), like:

1. Method of Finite Differences in Time Domain, short FDTD (EMPIRE XCcel developed by IMST GmbH),
2. Finite Element Method, short FEM (COMSOL Multiphysics),
3. Multiple Multipole Method, short MMP (talk only).

## Literatur

Thomas Rylander, Par Ingelström, Anders Bondeson, Computational Electrodynamics (2. Edition). New York: Springer, 2013. (DOI: 10.1007/978-1-4614-5351-2)

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Die Methode der finiten Elemente 1			
<b>Module title English</b>			
Finite Element Method 1			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Die Methode der finiten Elemente 1</b>			
<b>Course title English</b>			
Finite Element Method 1			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Kowalczyk, Wojciech			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
1	2		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Methode der finiten Elemente (FEM) hat sich zum Standardwerkzeug der Festigkeitslehre entwickelt. Die Vorlesung gibt einen Einblick in die theoretischen Grundlagen der Methode. Den Hauptteil der Lehrveranstaltung bilden Rechenübungen und selbstständig zu bearbeitende praktische Aufgaben am Computer. Dabei werden ausgewählte Probleme der Festigkeitslehre mit dem FE-Programmsystem Z88Aurora bearbeitet. Der Schwerpunkt liegt bei der Behandlung linearer, statischer Probleme.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Lehrveranstaltung stellt das Verständnis für die grundlegenden mathematischen Methoden zur Behandlung von linearen Problemen her. Die Studierenden sind in der Lage, die geeignete Finite Elemente Formulierung vorzunehmen, um eine Fragestellung aus linearer Elastostatik selbständig zu definieren und zu lösen.

<b>Description / Content English</b>
The Finite Element Method (FEM) has become the standard tool in mechanics of materials. The lecture provides a brief introduction into the theoretical foundations of the method. The main part of the course consists of calculated exercises and practical problems to be worked on independently using a computer. Selected problems of mechanics of materials are solved using the FE software system Z88Aurora. Special emphasis is given to linear, static problems.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The course provides an understanding of the basic mathematical methods for the treatment of linear problems. The participants are able to apply an appropriate finite element formulation to define and resolve independently questions from the linear elastostatics.

<b>Literatur</b>
------------------

Klein: FEM, Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau, Springer  
Zienkiewicz: Methode der finiten Elemente. Hanser Verlag  
Zienkiewicz, Taylor: The Finite Element Method. McGraw-Hill  
Gross, Hauger, Schnell, Wriggers: Technische Mechanik. Band 4: Hydromechanik, Elemente der Höheren Mechanik, Numerische Methoden. Springer  
Betten: Finite Elemente für Ingenieure 1. Grundlagen, Matrixmethoden, Elastisches Kontinuum. Springer

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Die Methode der finiten Elemente 2			
<b>Module title English</b>			
Finite Element Method 2			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Die Methode der finiten Elemente 2</b>			
<b>Course title English</b>			
Finite Element Method 2			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Kowalczyk, Wojciech			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
1	2		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Als Fortführung der Übungen zur Methode der finiten Elemente werden nichtlineare und dynamische Probleme der Festigkeitslehre mit dem FE-Programmsystem ANSYS behandelt. Schwerpunkte sind große Deformationen, nichtlineares Materialverhalten, Dynamik und Kontaktprobleme. An ausgewählten Beispielen werden Lastschrittsteuerung sowie Lösungsoptionen vorgestellt, Hinweise zum Post-Processing gegeben und Ergebnisse diskutiert.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Lehrveranstaltung stellt das Verständnis für die grundlegenden mathematischen Methoden zur Behandlung von nichtlinearen und dynamischen Problemen her. Die Studierenden sind in der Lage, die geeignete Finite Elemente Formulierung vorzunehmen, um eine Fragestellung aus nichtlinearer und dynamischer Festigkeitslehre selbständig zu definieren und zu lösen.

<b>Description / Content English</b>
In continuation to the exercise classes of the finite element method non-linear and dynamical problems concerning mechanics of materials are considered and solved using the FE software ANSYS. Special emphasis is given to large deformations, non-linear material behaviour, dynamics, and contact problems. The proper selection of load steps, specific options of the solution process and advanced features of the post-processor are explained using selected examples.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The course provides an understanding of the basic mathematical methods for the treatment of non-linear and dynamical problems. The participants are able to independently apply an appropriate finite element formulation to define and solve questions from non-linear and dynamics mechanics of materials.

<b>Literatur</b>
------------------

Klein: FEM, Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau, Springer

Zienkiewicz: Methode der finiten Elemente. Hanser Verlag

Zienkiewicz, Taylor: The Finite Element Method. McGraw-Hill

Gross, Hauger, Schnell, Wriggers: Technische Mechanik. Band 4: Hydromechanik, Elemente der Höheren Mechanik, Numerische Methoden. Springer

Betten: Finite Elemente für Ingenieure 2. Variationsrechnung, Energiemethoden, Näherungsverfahren, Nichtlinearitäten. Springer

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Die Methode der finiten Elemente 2 Projekt			
<b>Module title English</b>			
Finite Element Method 2 Project			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Die Methode der finiten Elemente 2 Projekt</b>			
<b>Course title English</b>			
Finite Element Method 2 Project			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Kowalczyk, Wojciech			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		3	
<b>Studienleistung</b>			
Modellierung und Simulation			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Bericht, mündliche Prüfung			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Studierenden bearbeiten selbständig eine numerische Fragestellung zum einen der folgenden Themen: - Biomechanik des muskuloskeletalen Systems - Praxisrelevante Modellierung und Simulation in Kontinuumsmechanik und Strukturmechanik - Künstliche Organe, Implantate - Numerische Methoden - Fluid-Struktur-Wechselwirkung
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
In der Lehrveranstaltung werden die Studierenden die grundlegenden Kenntnisse und Zusammenhänge aus der Biomechanik insbesondere aus orthopädischer Sicht sowie die Kenntnisse aus der Strukturmechanik anwenden um ein bestimmtes Thema selbständig zu bearbeiten. Die Studierenden sind in der Lage die strukturdynamischen Probleme mittels numerischer Verfahren (insb. FEM) selbständig zu bearbeiten.

<b>Description / Content English</b>
Students work independently on a numerical problem on one of the following topics: - Biomechanics of the musculoskeletal system - Practice-relevant modeling and simulation in continuum mechanics and structural dynamics - Artificial organs, implants - Numerical methods - Fluid-structure interaction
<b>Learning objectives / skills English</b>
In this course, students will apply basic knowledge and correlations from biomechanics, particularly from an orthopaedic perspective, as well as knowledge from structural dynamics in order to work independently on a specific topic. Students will be able to work independently on structural dynamics problems using numerical methods (in particular FEM).

## Literatur

Klein: FEM. Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau, Springer  
Zienkiewicz: Methode der finiten Elemente. Hanser Verlag  
Zienkiewicz, Taylor: The Finite Element Method. McGraw-Hill

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Digitale Schaltungstechnik			
<b>Module title English</b>			
Digital Circuit Technology			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Digitale Schaltungstechnik			
<b>Course title English</b>			
Digital Circuit Technology			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Grabmaier, Anton			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Vorlesung und Übung bietet eine Einführung in die Thematik der digitalen Integrierten Schaltungen (IC's). Es werden Informationen zur Herstellung von CMOS Schaltungen vermittelt und einfache CMOS Gatterschaltungen wie z. B. Inverter behandelt. Ferner werden wichtige Eigenschaften von digitalen Schaltungen wie Verzögerungszeiten, Störabstand oder Leistungsaufnahme erläutert. Es werden statische und dynamische Gatter, sowie diverse Schaltungsrealisierungen in sequentieller oder kombinatorischer Logik, unter besonderer Berücksichtigung des Timing-Verhaltens, besprochen. Diese neu zu erwerbenden Kenntnisse bilden dann die Grundlage für das Verständnis von komplexeren Arithmetik- und Speicher-Bauelementen.</p> <p>Ein abschließendes Kapitel widmet sich den FPGAs. Ihre Architektur wird vorgestellt und die Vorgehensweise bei der Schaltungsimplementierung anhand von einigen Beispielen vermittelt.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Der Student hat umfassende Kenntnisse in der digitalen Schaltungstechnik erlangt. Er kennt Standardzellen und deren Designprozess durch Stickdiagramme. Er ist nun in der Lage digitale Schaltungen auf Chipebene zu entwerfen und diese hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu analysieren.</p> <p>Der Student kennt die Architektur von FPGA Bausteinen und weiß wie logische Schaltungen in diesem implementiert werden.</p>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

This lecture and the appendant exercise will give an introduction to the topic of digital Integrated Circuits (IC). Manufacturing processes of CMOS devices and simple circuits using CMOS gates (e.g. Inverter) will be discussed. Additionally, important characteristics of digital circuits (e.g. delays, noise margin and power consumption) will be explained. In consideration of timing characteristics, static and dynamic gates as well as various circuits in sequential and combinational logic will be illustrated. This knowledge will be needed to understand more complex circuits which are used to develop memories or arithmetic operations. The last chapter will introduce to FPGA's by explaining its architecture and presenting several examples of circuit implementation.

### **Learning objectives / skills English**

The student will have extended knowledge in the topic of digital circuits. He knows standard cells and their design processes using stick diagrams. He is able to develop digital circuits on chip level and to analyse its characteristics. The student knows the architecture of FPGA devices and is able to implement logic circuits into it.

### **Literatur**

- J. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic, Digital Integrated Circuits. Prentice Hall
- N. Weste, K. Eshnagian, Principles of VLSI design. Addison Wiley
- N. H. E. Weste, D. Harris, CMOS VLSI Design, 3. ed. Pearson Addison Wesley

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Einführung in die Bioelektronik			
<b>Module title English</b>			
Introduction to Bioelectronics			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Einführung in die Bioelektronik			
<b>Course title English</b>			
Introduction to Bioelectronics			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehrinheit</b>
Grabmaier, Anton			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Diese Veranstaltung befasst sich mit der Anwendung elektrischer und elektronischer Prinzipien in der Biologie und Medizintechnik. Sie behandelt die Rolle inter-molekularer Elektronentransfers in physiologischen Prozessen, Prinzipien der Biosensorik zur Messung einer Reihe von Biomarkern, die Interfaceelektronik von Biosensoren, und Prinzipien mikrofluidischer Systeme, deren Fabrikation und Anwendungen. Speziell werden enzymatische und Impedanz-Spektroskopie Sensorverfahren erläutert. Zusätzlich werden physikalische Sensoren mit Relevanz zu medizinischen und biologischen Applikationen diskutiert.</p> <p>In zwei Gastvorlesungen werden „state-of-the-art“ medizinische Implantate und ein Biosensor zur Glukosemessung beschrieben.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Nach dem Besuch der Veranstaltung sollen die Studierenden in der Lage sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektronische Prinzipien und Techniken für biologische und medizinische Anwendungen zu verstehen</li> <li>- einen Überblick über Biosensoren und deren Anwendungen zu haben, und</li> <li>- ein Verständnis der Herausforderungen, Limitationen und Trends der Bioelektronik zu entwickeln.</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<p>This course is devoted to the application of electronic principles to biology and medicine. It focuses on the study of the role of intermolecular electron transfers in physiological processes, biosensing principles for a variety of biological markers, interface electronics for biosensors and microfluidic principles, their fabrication processes and applications. In particular, enzymatic and impedance spectroscopy sensing techniques will be explained. Additionally, physical sensors with relevance to medical and biological applications will be discussed.</p> <p>In two guest lectures state-of-the-art medical implants and a biosensor for Glucose measurement will be described.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>

Based on this course, the students will:

- understand the electronic principles and techniques used for biological and medical applications,
- have a detailed overview of biosensors and their applications, and
- develop an understanding of the challenges, limitations and trends of bioelectronics.

### Literatur

Pething, R.; Smith, St., Introductory Bioelectronics for Engineers and physical Scientists. Wiley-Verlag, 2012

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Einführung in die MRT			
<b>Module title English</b>			
Introduction to MRI			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Einführung in die MRT			
<b>Course title English</b>			
Introduction to MRI			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Quick, Harald; Erni, Daniel, Rennings, Andreas			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Studienleistung</b>			
Praktische Übung mit erfolgreicher Teilnahme			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Magnetresonanztomographie (MRT) ist ein Schnittbildverfahren, das vor allem in der medizinischen Diagnostik zur anatomischen Darstellung von Struktur und Funktion der Gewebe und Organe im menschlichen Körper eingesetzt wird. Die MRT zeichnet sich durch hohe räumliche Detailauflösung und exzellenten Weichteilkontrast aus, wobei die Signalerzeugung durch eine Kombination aus starken Magnetfeldern und elektromagnetischen Hochfrequenz (HF)-Feldern erfolgt. In dieser Vorlesung für das 1. Semester wird eine umfassende Einführung zur MRT gegeben. Im Rahmen der Vorlesung werden die physikalischen Grundlagen und technische Ansätze dieser interdisziplinären Thematik vermittelt. In der zugehörigen Übung werden analytische Rechenaufgaben zu ausgewählten Kapiteln berechnet. Zudem werden numerische Simulationen im Zusammenhang mit den involvierten Magnetfeldern– insbesondere im Bereich der Hochfrequenzspulen durchgeführt. Die Vorlesung beinhaltet die folgenden Themenstellungen. Ausgewählte Themen werden dann innerhalb der Übung weiter vertieft.

1. Einführung in die Magnetresonanztomographie (MRT)
2. MR-Physik, Signalerzeugung, Bildkontraste (Protonendichte, T1, T2)
3. Bildkodierung (Echo-Erzeugung, Rohdaten im k-Raum, Bildmatrix mittels FFT)
4. Grundlegende Sequenzen (Gradienten Echo, Spin Echo & Abwandlungen davon)
5. Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR)
6. Sicherheitsaspekte und Bildartefakte
7. Hauptmagnetfeld (B0): Supraleitung, Abschirmung, Quench
8. Gradienten-Felder und -Spulen
9. Hochfrequenz (HF)-Feld (B1): SAR, HF-Spulen: Sende-(Tx)/Empfangs-(Rx)-Spulen
10. Herausforderungen der 7-Tesla Hochfeld-MRT
11. Wanderwellen-MRT

Zum Abschluss des Kurses können die Studierenden im Rahmen einer Exkursion zum Erwin L. Hahn Institut für MR-Bildgebung, Zeche Zollverein in Essen, das dortige 7-Tesla Hochfeld-MRT und die zugehörigen Forschungsarbeiten näher kennenlernen.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Nach dem Besuch der Lehrveranstaltung sollen die Studierenden in der Lage sein:

- die physikalischen Grundlagen der MRT zu erläutern
- die Signalerzeugung, verschiedene Kontrastmechanismen, und Sequenzdiagramme zu erklären
- den prinzipiellen technischen Aufbau und die Funktion einzelner Systemkomponenten zu skizzieren
- grundlegende elektromagnetische Simulationen von HF-Spulen durchzuführen

### Description / Content English

Magnetic Resonance Imaging (MRI) is a tomographic imaging modality that is used in medical diagnostic imaging for anatomic display of structure and function of tissues and organs in the human body. MRI is characterized by high spatial resolution and excellent soft tissue contrast. The MRI signal is generated by a combination of strong magnetic fields and electromagnetic radiofrequency (RF) fields. This first semester lecture provides a comprehensive introduction into MRI. The physical basics and technical principles for this interdisciplinary topic will be discussed. In the accompanying exercises analytical calculations with regards to selected chapters will be performed. Furthermore, numeric simulations concerning the associated magnetic fields, especially RF fields of signal transmitting/receiving RF coils will be executed.

The lecture includes the following topics. Selected chapters will be deepened in the exercises.

1. Introduction into magnetic resonance imaging (MRI)
2. MR physics, signal generation, image contrasts (proton density, T1, T2)
3. Image encoding (echo forming, raw data in k-space, image matrix via FFT)
4. Basic imaging sequences (gradient echo, spin echo & derivatives)
5. Signal-to-noise-ratio (SNR)
6. Safety aspects and image artifacts
7. Main magnetic field (B0): superconductivity, shielding, quench
8. Gradient fields and gradient coils
9. Radiofrequency (RF) field (B1): SAR, RF coils: transmit(Tx)/receive(Rx) coils
10. Challenges in 7 Tesla high-field MRI
11. Traveling wave MRI

At the end of the course students will have the opportunity to visit the Erwin L. Hahn Institute for MRI, Zeche Zollverein, Essen, which hosts a 7 Tesla high-field MRI system and to become acquainted with current research topics.

### Learning objectives / skills English

Based on this course, students shall be capable:

- to explain the physical basics of MRI
- to explain signal generation, various contrast mechanisms, and sequence diagrams
- to reproduce the principal technical design and function of single system components
- to perform basic electromagnetic simulations of RF coils

### Literatur

Magnete, Spins und Resonanzen – Eine Einführung in die Grundlagen der Magnetresonanztomographie, Siemens AG, Medical Solutions, Bestellnr.: A91100-M2200-M705-1, 223 Seiten

Magnete, Fluss und Artefakte – Grundlagen, Techniken und Anwendungen der Magnetresonanztomographie, Siemens AG, Medical Solutions, Druck-Nr. MR-07001.643.01.01.01, 149 Seiten

Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design, 2nd Edition, Robert W. Brown, Y.-C. Norman Cheng, E. Mark Haacke, Michael R. Thompson, Ramesh Venkatesan; ISBN: 978-0-471-72085-0, 1008 Seiten, June 2014, Wiley-Blackwell

The Basics of MRI, Joseph P. Hornak, 2004

Electromagnetic Analysis and Design in Magnetic Resonance Imaging, Jianming Jin; ISBN: 9780849396939, 282 pages, 1998, CRC Press

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Elektromagnetische Verträglichkeit			
<b>Module title English</b>			
Electromagnetic Compatibility			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Elektromagnetische Verträglichkeit</b>			
<b>Course title English</b>			
Electromagnetic Compatibility			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Hirsch, Holger			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	W/S	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		1
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Elektrische und elektronische Geräte basieren auf dem gezielten Transport und der Verarbeitung elektrischer und magnetischer Felder. Neben dieser beabsichtigten ist eine unbeabsichtigte Feldausbreitung oder Beeinflussung einer elektrischen Funktion durch Felder möglich, die von anderen Geräten der Umgebung stammen. Genau mit solchen Störphänomenen beschäftigt sich die Vorlesung Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Es werden Verfahren zur Sicherstellung der Produkteigenschaft EMV entwickelt. Neben der EMV-Messtechnik und -Messverfahren werden technische Maßnahmen am Produkt besprochen und charakterisiert. In einer Übung werden die Lehrinhalte vertieft.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studenten sind in der Lage technische Maßnahmen zur Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit, wie Filterung und Schirmung zu dimensionieren. Sie erlernen die begründete Auswahl geeigneter EMV-Messverfahren für bestimmte Produkte im Rahmen der Qualitätssicherung.

<b>Description / Content English</b>
Electric and electronic appliances are based on the intended use and transport of electric and magnetic fields. Beside this intended use, fields of external sources may influence the function of an electronic component. Furthermore the emission of fields of this electronic component either radiated or conducted can potentially disturb other equipment in the neighbourhood or radio services. These disturbance phenomena are covered by the lecture Electromagnetic Compatibility (EMC). Methods to ensure the product property EMC will be derived. Besides EMC measurement technology and measurement methods technical measures applied to products will be discussed and characterised. The content will be deepened in exercises.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students are able to develop technical suppression measures for the improvement of the electromagnetic compatibility, like filter and shielding. They learn the justified selection of suitable EMC-measurement methods for specific products with regard to quality assurance.

## Literatur

- 1 Schwab: Elektromagnetische Verträglichkeit , Springer Verlag 1996
- 2 Perez: Handbook of EMC, Academic Press 1995
- 3 Kellerbauer/Gustrau: Elektromagnetische Verträglichkeit, Hanser Verlag, 2015

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Entwurf digitaler Systeme für FPGAs Praktikum			
<b>Module title English</b>			
Design of Digital Systems for FGPA Lab			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Entwurf digitaler Systeme für FPGAs Praktikum			
<b>Course title English</b>			
Design of Digital Systems for FGPA Lab			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Grabmaier, Anton			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		3	
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Ein FPGA (Field Programmable Gate Array) stellt ein sehr mächtiges Tool in den Händen von Entwicklern dar. Es beinhaltet logische Gatter und FlipFlops, die mit Hilfe einer Hardwarebeschreibungssprache, z.B. Verilog oder VHDL miteinander verschaltet werden können, um so individuelle digitale Logik zu realisieren. Hierbei können einfache Logikfunktionen, komplexere Module (UART, SPI, I2C, etc.), bis hin zu komplexen Gesamtsystemen wie Mikrocontrollern, Mikroprozessoren und GPU's erzeugt werden. Durch hohe Clockfrequenzen von z.B. 400 MHz kann eine hohe Datenverarbeitung erreicht werden. Ihre Wiederbeschreibbar- und somit Wiederverwendbarkeit stellt einen weiteren Vorteil dieser Bauteile dar. In diesem Praktikum werden Sie an die Nutzung von FPGA's herangeführt. Hierfür werden Sie in den einzelnen Terminen Lösungen zum Thema in der Hardwarebeschreibungssprache Verilog programmieren und auf einem FPGA-Board testen. Als FPGA-Board wird das „Genesys Board“ mit einem Xilinx Virtex 5 Chip eingesetzt. Eine Einführung in die Sprache Verilog erfolgt am ersten Veranstaltungstermin. Eine weitere Vertiefung der Sprache ist aber darüber hinaus erforderlich um die Aufgaben erfolgreich umzusetzen. Zugehörige Literatur kann aus der Bibliothek BA bezogen werden.</p> <p>Inhalte der einzelnen Versuchsmodule:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in das ISE Xilinx Entwicklungstool / Einführung Verilog</li> <li>2. Entwicklung eines Taktteilers</li> <li>3. Ansteuerung einer Sieben-Segmentanzeige</li> <li>4. Ansteuerung eines LCD-Moduls</li> <li>5. Entwicklung eines UART-Moduls</li> <li>6. Entwicklung eines SPI-Controllers und Ansteuerung eines Beschleunigungssensors</li> </ol>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden haben die Grundlagen von Verilog erlernt. Sie verstehen das Konzept von kombinatorischen und sequenziellen Schaltungstechniken. State-Maschinen können realisiert werden um komplexe Steuerungsaufgaben zu lösen. Das Designtool ISE Xilinx kann bedient und das erstellte Programm auf einem FPGA-Board getestet werden.</p>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

A FPGA (Field Programmable Gate Array) is a useful and powerful tool for developing digital circuits. It contains logic gates and flip-flops, which can be combined by using a hardware description language like Verilog or VHDL for creating various individual digital logic circuits. It can be utilized to generate from small, simple to complex modules (UART, SPI, I2C, etc.) and further to complex systems like microcontrollers, microprocessors and GPU. Its high clock frequencies (400 MHz) in combination to parallel processing of a system can be used to achieve high data processing.

Another benefit is the ability to rewrite and reuse the FPGA for different projects.

In this lab you get familiar with the usage of FPGAs. You will use the hardware description language Verilog to create possible solutions for each lab and test it on a FPGA board. The hardware is a 'Genesys Board' including a Xilinx Virtex 5 chip.

The Labs will start with a short introduction to Verilog. For further steps the student is asked to consult the given literatures. The books can be borrowed from BA Library.

Content of the labs:

1. Introduction to the ISE Xilinx Tool/Introduction to Verilog
2. Create a clock-divider
3. Controlling a 7-seg Display
4. Controlling a LCD-module
5. Create a UART-Module
6. Create a SPI-controller and read out of an acceleration sensor

### Learning objectives / skills English

The students are familiar with the basics of Verilog. They understand the concepts of combinational and sequential logic. State-machines can be created and used for complex controlling problems. They are able to handle the ISE Xilinx design-tool and test the written program on an FPGA board.

### Literatur

1. S. Kilts, Advanced FPGA Design. Architecture, Implementation, and Optimization. Wiley, 2007.
2. B. C. Readler, Verilog by example. A Concise Introduction for FPGA Design. Full Arc Press, 2013.

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Instrumentelle Bewegungsanalyse			
<b>Module title English</b>			
Instrumental Motion Analysis			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Instrumentelle Bewegungsanalyse			
<b>Course title English</b>			
Instrumental Motion Analysis			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Raab, Dominik			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Veranstaltung „Instrumentelle Bewegungsanalyse“ thematisiert mit Messtechnik, Modellierung, Prozessierung und Auswertung wesentliche Aspekte des Ingenieurwesens, die anhand von praxisorientierten Projekten aus Gang- und Laufbandlabor veranschaulicht werden. Da die instrumentelle Bewegungsanalyse ein durch Interdisziplinarität geprägtes Forschungsgebiet ist, kann zudem Einblick in zahlreiche angrenzende Disziplinen gewährt werden. Dabei stehen insbesondere die Mechanik, die Medizin und die Statistik im Vordergrund.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Kenntnisse und Zusammenhänge aus der instrumentellen Bewegungsanalyse aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht vermittelt. Die Veranstaltung ist in zwei Einheiten untergliedert. In der ersten Semesterhälfte wird die instrumentelle Datenerhebung von menschlichen Bewegungen thematisiert. Dies umfasst neben den biomechanischen Grundlagen vorwiegend die Messtechnik der instrumentellen Bewegungsanalyse und die biomechanische Modellierung auf Basis von gemessenen Daten. Die zweiten Semesterhälfte widmet sich danach der anwendungsbezogenen Datenanalyse. Hier werden Methoden der Statistik und des Assessments vermittelt, die es ermöglichen große Datenmengen gezielt auszuwerten und allgemeingültige Erkenntnisse aus stichprobenhaften Datenerhebungen abzuleiten. Der Fokus der Veranstaltung liegt dabei auf der Auswertung von menschlichen Bewegungen.

<b>Description / Content English</b>
The lecture „Instrumental Motion Analysis“ is concerned with measurement, modeling, processing, and analysis of human motion. Since instrumental motion analysis is a multidisciplinary research-field, participants of the course can gain insights into adjacent research fields such as mechanics, medicine, and statistics.
<b>Learning objectives / skills English</b>

In this course basic knowledge of instrumental motion analysis from an engineer's point of view is given. The lecture is divided into two parts. In the first half of the semester the students will learn how to create models of human bodies, perform biomechanical measurements and process the data. In the second half of the semester statistical methods for analyzing big datasets are introduced and illustrated by examples of human motion analysis.

### Literatur

Jacquelin Perry, Ganganalyse: Norm und Pathologie des Gehens, ISBN: 3-437-47110-4

David A. Winter, Biomechanics and motor control of human movement, ISBN: 978-0-470-39818-0

C.L. Vaughan, B.L. Davis, J.C. O'Conner, Dynamics of Human Gait, ISBN: 0-87322-368-3

Kirsten Götz-Neumann, Gehen verstehen. Ganganalyse in der Physiotherapie, ISBN: 313132371X

Dominik Beckers, Jos Deckers, Ganganalyse und Gangschulung, ISBN: 3-540-61902-X

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Integrierte Analogschaltungen			
<b>Module title English</b>			
Integrated Analog Circuits			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Integrierte Analogschaltungen</b>			
<b>Course title English</b>			
Integrated Analog Circuits			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehrinheit</b>
Wöhrle, Hendrik			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Lehrveranstaltung behandelt theoretische Grundlagen und praktische Konzepte, die zum Entwurf und zur Analyse von analogen CMOS-Schaltungen benötigt werden.</p> <p>Sie beginnt mit einer kurzen Wiederholung der passiven und aktiven Bauelemente, die in einer CMOS-Technologie zur Verfügung stehen. Als nächstes werden Grundsaltungen vorgestellt, wie der MOS-Schalter, Inverter, Kaskoden, Stromquellen, Stromspiegel und Differenzstufen, einschließlich einer Analyse des Groß- und Kleinsignalverhaltens, sowie Frequenzgang und Stabilität. Fügt man diese Einzelteile zusammen, gelangt man zum Entwurf von CMOS-Operationsverstärkern.</p> <p>Abgetastete Signale spielen in der analogen CMOS-Technik eine herausragende Rolle. Daher besteht der zweite Teil in einer Einführung in zeitdiskrete Signale und ihre Nutzung in der Schalter-Kondensator-Technik. SC-Grundsaltungen werden vorgestellt, ebenso ihre Anwendung im Entwurf von SC-Filtern und D/A- oder A/D-Wandlern.</p> <p>Im Präsenzstudium wird die Vorlesung ergänzt durch Praktikumsversuche, die den kompletten Entwurf einer CMOS-Analogschaltung abdecken. Dabei werden moderne CAD-Werkzeuge eingesetzt.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind fähig zur / zum</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse analoger integrierter Schaltungen</li> <li>- Analyse von Gleich- und Wechselspannungsverhalten</li> <li>- Analyse einfacher zeitdiskreter Schaltungen</li> <li>- Aufbau von Verstärkern, Filtern, A/D- und D/A-Umsetzern</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

The lecture series on analog integrated circuits covers basic and advanced concepts and practical issues needed for the analysis and design of analogue CMOS circuits.

We start with a short repetition of passive and active devices available in a CMOS process.

Basic circuits (small signal and large signal) are presented ranging from the MOS-switch over inverters, cascodes, current sources and mirrors to differential amplifiers. Included is the analysis of frequency behavior and stability.

Putting pieces together leads to the design of CMOS operational amplifiers.

Analog circuits like filters and converters greatly benefit from sampled data concepts. Therefore the second part of the lecture introduces the switched capacitor technique with its basic circuits, followed by applications like SC-filters and D/A- and A/D-converters.

The lectures are complemented with lab experiments covering the design of an analogue circuit through all the design phases using a state of the art design environment.

### Learning objectives / skills English

The students are able to do

- analysis of analogue integrated circuits,
- analysis of DC- and AC-characteristics,
- analysis of simple time-discrete circuits,
- construction of amplifiers, filters A/D- and D/A-Converters.

### Literatur

- Phillip E. Allen, Douglas R. Holberg: CMOS analog circuit design (2nd ed), Oxford Univ. Press, New York, NY 2002
- Behzad Razavi: Design of analog CMOS integrated circuits, McGraw-Hill, Boston, Mass., 2001
- Phillip E. Allen, and Edgar Sanchez-Sinencio: Switched capacitor circuits, van Nostrand Reinhold, New York, 1984
- R. Jacob Baker: CMOS circuit design, layout and simulation, 2nd edition, Wiley Interscience, IEEE Press, Piscataway, 2005

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Integrierte Analogschaltungen Praktikum			
<b>Module title English</b>			
Integrated Analog Circuit Lab			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Integrierte Analogschaltungen Praktikum			
<b>Course title English</b>			
Integrated Analog Circuit Lab			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehrinheit</b>
Wöhrle, Hendrik			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		3	
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Lehrveranstaltung behandelt theoretische Grundlagen und praktische Konzepte, die zum Entwurf und zur Analyse von analogen CMOS-Schaltungen benötigt werden.</p> <p>Sie beginnt mit einer kurzen Wiederholung der passiven und aktiven Bauelemente, die in einer CMOS-Technologie zur Verfügung stehen. Als nächstes werden Grundsaltungen vorgestellt, wie der MOS-Schalter, Inverter, Kaskoden, Stromquellen, Stromspiegel und Differenzstufen, einschließlich einer Analyse des Groß- und Kleinsignalverhaltens, sowie Frequenzgang und Stabilität. Fügt man diese Einzelteile zusammen, gelangt man zum Entwurf von CMOS-Operationsverstärkern.</p> <p>Abgetastete Signale spielen in der analogen CMOS-Technik eine herausragende Rolle. Daher besteht der zweite Teil in einer Einführung in zeitdiskrete Signale und ihre Nutzung in der Schalter-Kondensator-Technik. SC-Grundsaltungen werden vorgestellt, ebenso ihre Anwendung im Entwurf von SC-Filtern und D/A- oder A/D-Wandlern.</p> <p>Im Präsenzstudium wird die Vorlesung ergänzt durch Praktikumsversuche, die den kompletten Entwurf einer CMOS-Analogschaltung abdecken. Dabei werden moderne CAD-Werkzeuge eingesetzt.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind fähig zur / zum</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse analoger integrierter Schaltungen</li> <li>- Analyse von Gleich- und Wechselspannungsverhalten</li> <li>- Analyse einfacher zeitdiskreter Schaltungen</li> <li>- Aufbau von Verstärkern, Filtern, A/D- und D/A-Umsetzern</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

The lecture series on analog integrated circuits covers basic and advanced concepts and practical issues needed for the analysis and design of analogue CMOS circuits.

We start with a short repetition of passive and active devices available in a CMOS process.

Basic circuits (small signal and large signal) are presented ranging from the MOS-switch over inverters, cascodes, current sources and mirrors to differential amplifiers. Included is the analysis of frequency behavior and stability.

Putting pieces together leads to the design of CMOS operational amplifiers.

Analog circuits like filters and converters greatly benefit from sampled data concepts. Therefore the second part of the lecture introduces the switched capacitor technique with its basic circuits, followed by applications like SC-filters and D/A- and A/D-converters.

The lectures are complemented with lab experiments covering the design of an analogue circuit through all the design phases using a state of the art design environment.

### Learning objectives / skills English

The students are able to do

- analysis of analogue integrated circuits,
- analysis of DC- and AC-characteristics,
- analysis of simple time-discrete circuits,
- construction of amplifiers, filters A/D- and D/A-Converters.

### Literatur

- Phillip E. Allen, Douglas R. Holberg: CMOS analog circuit design (2nd ed), Oxford Univ. Press, New York, NY 2002
- Behzad Razavi: Design of analog CMOS integrated circuits, McGraw-Hill, Boston, Mass., 2001
- Phillip E. Allen, and Edgar Sanchez-Sinencio: Switched capacitor circuits, van Nostrand Reinhold, New York, 1984
- R. Jacob Baker: CMOS circuit design, layout and simulation, 2nd edition, Wiley Interscience, IEEE Press, Piscataway, 2005

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Interaktive Systeme			
<b>Module title English</b>			
Interactive Systems			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Interaktive Systeme</b>			
<b>Course title English</b>			
Interactive Systems			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Prilla, Michael			IN
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
6	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Vorlesung behandelt fortgeschrittene Methoden und Techniken der Mensch-Computer-Interaktion. Insbesondere werden neue Formen der Interaktion wie zum Beispiel interaktive Informationsvisualisierungen, Sprach- und Gesteninteraktion und adaptive Nutzerschnittstellen diskutiert. Wo erforderlich, werden relevante Methoden des maschinellen Lernens eingeführt. Neben theoretischen Grundlagen werden aktuelle Systembeispiele und Forschungsergebnisse vorgestellt und diskutiert.</p> <p>Inhalte im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelle und modell-basierte Entwicklung interaktiver Systeme</li> <li>- Interaktive Informationsvisualisierung, Visual Analytics</li> <li>- Natural Interaction, interaktive Oberflächen</li> <li>- Tangible Interfaces, Interaktion bei Ubiquitous Computing</li> <li>- Perceptive Interfaces: natürlichsprachliche Schnittstellen, gestenbasierte Interaktion und Body Motion-Erkennung</li> <li>- Multimodale Schnittstellen, Fusion und Fission von Modalitäten</li> <li>- Nutzer- und kontext-adaptive Nutzerschnittstellen</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden kennen die wesentlichen Konzepte, Modelle und Techniken zur Konzeption und Realisierung fortgeschrittener interaktiver Systeme und können diese im Zusammenhang darstellen und erläutern. Sie sind in der Lage, Interaktionsformen gezielt auszuwählen, zu gestalten und zu realisieren. Sie kennen wesentliche Forschungsfragen im Bereich innovativer interaktiver Systeme und können neue Entwicklungen einordnen und bewerten.</p>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

The lecture covers advanced methods and techniques of human-computer interaction. In particular, novel forms of interaction are discussed, such as interactive information visualizations, speech and gesture recognition, and adaptive user interfaces. Where appropriate, pertinent machine learning methods are introduced. In addition to theoretical foundations, current system examples and research results will be presented and discussed.

Content overview:

- Models and model-based development of interactive systems
- Interactive information visualization and visual analytics
- Natural interaction, interactive surfaces
- Tangible interfaces, interaction in ubiquitous computing
- Perceptive interfaces: natural language user interfaces, gesture-based interaction, recognition of body movements
- Multimodal Interfaces, fusion and fission of modalities
- User-adaptive and context-adaptive user interfaces

### Learning objectives / skills English

The students know the essential concepts, models and techniques for the conceptual design and realization of advanced interactive systems and are able to represent and explain them in their respective context. They are able to select suitable forms of interaction as well as designing and realizing the interfaces. They are aware of the essential research questions in the area of innovative interactive systems and are able to classify and rate new developments.

### Literatur

- Preim, B., & Dachsel, R. (2015). Interaktive Systeme. Bd. 2 (3. Aufl.). Springer.
- Ware, C. (2013). Information Visualization – Perception for Design (3rd edition). Morgan Kaufmann
- Jacko, J. A., & Sears, A. (Eds.). (2012). The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications (3rd edition). CRC Press.
- Olsen, D. (1998). Developing User Interfaces: Morgan Kaufmann Publishers
- Card, S. K., MacInlay, J. D., & Shneiderman, B. (1999). Readings in Information Visualization: Using Vision to Think. San Francisco, Cal.: Academic Press/Morgan Kaufman.

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Kardiologie und Kardiovaskuläre Chirurgie			
<b>Module title English</b>			
Cardiology and Cardiovascular Surgery			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Kardiologie und Kardiovaskuläre Chirurgie</b>			
<b>Course title English</b>			
Cardiology and Cardiovascular Surgery			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Wendt, Daniel			Medizin
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Lehrveranstaltung beinhaltet folgende Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Anatomie und Funktionsweise des Herz-Kreislaufsystems</li> <li>- Einführung in die extrakorporale Zirkulation</li> <li>- Strukturelle Herzerkrankungen; im Speziellen: Herzklappenprothesen, Aortendissektionen</li> <li>- Verfahren zur Bestimmung von Herzklappenfehlern, Verfahren zur Evaluierung von Herzklappenprothesen / Strömungskanal</li> <li>- Bestimmung und Interpretation von Herzklappensimulationen mit der Finite-Elemente-Methode / Simulation von Strömungsprofilen bei Aortendissektionen</li> <li>- Rheologie</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>In der Lehrveranstaltung werden die grundlegenden Kenntnisse und Zusammenhänge aus der funktionellen Anatomie und der Physiologie / Pathophysiologie aus herzchirurgischer Sicht vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage, die biomechanischen und strömungsmechanischen Fragestellungen mittels moderner Verfahren selbstständig zu bearbeiten.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>The course includes the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to the anatomy and function of the cardiovascular system</li> <li>- Introduction to extracorporeal circulation</li> <li>- Structural heart diseases; in particular: prosthetic heart valves, aortic dissection</li> <li>- Methods for the determination of valvular heart diseases, methods of evaluation of prosthetic heart valves / flow channel</li> <li>- Determination and interpretation of cardiac valve simulations using the finite element method / simulation of flow profiles in aortic dissections</li> <li>- Rheology</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>

In this course the basic knowledge and relationships of the functional anatomy and physiology / pathophysiology are taught from a cardiac surgical point of view. Students are able to independently solve biomechanical and fluid mechanical problems using modern methods.

### Literatur

Cohn: Cardiac surgery in the adult

Haverich, Ziemer: Herzchirurgie, Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen, Springer Verlag

Tschaut: Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis, Pabst Science Publishers

Fung Yuan-Cheng: Biodynamics. Circulation, Springer

Waite: Biofluid Mechanics in Cardiovascular Systems, Mcgraw-Hill

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Kinematics of Robots and Mechanisms			
<b>Module title English</b>			
Kinematics of Robots and Mechanisms			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Kinematics of Robots and Mechanisms</b>			
<b>Course title English</b>			
Kinematics of Robots and Mechanisms			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Kecskemethy, Andrés; Geu Flores, Francisco			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	E	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Schwerpunkt der Veranstaltung ist die Kinematik von Getrieben und Robotern. Folgende Aspekte werden erläutert: - Vektorräume - Kinetostatisches Übertragungsprinzip, Dualität der Bewegungs- und Kraftübertragung - Räumliche Bewegungen - Beschreibung von Drehungen (Euler-Winkel, Drehzeiger, Rodrigues-Parameter, Quaternionen) - Infinitesimale Drehungen - Kinematik serieller Ketten und Roboter, Denavit-Hartenberg-Parametrisierung - Kinematik geschlossener Schleifen (Zählung von Freiheitsgraden mit Grübler-Kutzbach-Kriterium, Kopplung von mehrschleifigen Systemen, kinematische Netze, Methode der kinematischen Transformatoren)
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Vermittlung der theoretischen Grundlagen der kinematischen Zusammenhänge serieller und paralleler Roboter und Mechanismen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, selbständig industrierelevante Probleme aus kinematischer Sicht zu erarbeiten.

<b>Description / Content English</b>
Emphasis of the lecture is the kinematics of mechanisms and robots. The following aspects are regarded: - Vector spaces - Kinetostatic transmission, duality of transmission of motion and forces, power transmission - Parameterizations of rotations (Euler angles, rotation vector, Quaternions, Rodrigues parameters) - Infinitesimal rotations - Kinematics of serial chains and robots, Denavit-Hertenberg parameters - Kinematics of closed loops (counting of degrees of freedom using Grübler-Kutzbach formula, coupling of multiloop systems, kinematical networks, method of kinematical transformers)
<b>Learning objectives / skills English</b>

Conveying of the theoretical foundations governing the kinematics of serial and closed spatial mechanisms. The students will develop the skills necessary to handle industry-relevant problems related to the kinematics of spatial motion.

### Literatur

Bottema , Roth: Theoretical Kinematics; Dover Publications

Hunt: Kinematic Geometry of Mechanisms; Oxford Universits Press

Altmann: Rotations, Quaternions and Double Groups; Dover Publications

Paul: Robot Manipulators: Mathematics, Programming and Control; The MIT Press

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Kognitive technische Systeme			
<b>Module title English</b>			
Cognitive Technical Systems			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Kognitive technische Systeme</b>			
<b>Course title English</b>			
Cognitive Technical Systems			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Söffker, Dirk			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung</li> <li>- Motivation</li> <li>- Aufgabenfelder</li> <li>- Prinzipien</li> <li>- Agenten</li> <li>- Verhaltenskoordination (bei Agenten)</li> <li>- Verhaltensbeschreibung</li> <li>- Modellbildung menschlicher Interaktion</li> <li>- Kognitive Architekturen</li> <li>- Wissensrepräsentation</li> <li>- Planen, Handeln, Suchen</li> <li>- Lernen</li> </ul> <p>Tools I: Filterung</p> <p>Tools II: Klassifikation und Lernen</p> <p>Aktuelle Forschungsanwendungen des Lehrstuhls SRS aus dem Arbeitsbereich Kognitive Technische Systeme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Situations-Operator-Modellbildung</li> <li>- Stabilisierung nichtlinearer dynamischer Systeme ohne Modellkenntnis</li> <li>- Personalisierte, lernfähige und interaktive Fahrerassistenz</li> <li>- Planungs- und Assistenzsysteme im Luftverkehr</li> <li>- Lernfähige mobile Robotik</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

Die Automatisierungstechnik ist – auf Grund ihres fachübergreifenden, system-orientierten Ansatzes – eine interdisziplinäre Ingenieurdisziplin. Das Ziel der Veranstaltung Kognitive Technische Systeme ist, die Studierenden mit den Grundlagen der modernen Informatik, mit Filtermethoden, mit Methoden der Künstlichen Intelligenz sowie der Kognitiven Technischen Systeme vertraut zu machen, so dass sie die Weiterentwicklung der Regelungs- und Automatisierungstechnik mit den Mitteln der kognitiven künstlichen Intelligenz im Sinne einer Erweiterung erkennen können, die zugrundeliegenden Methoden beherrschen und anwenden können.

### Description / Content English

- introduction
- motivation
- Task fields basics
- principle
- agents
- Behavior coordination (with agents)
- behavioral description
- Modelling human interaction
- cognitive architectures
- knowledge Representation
- Planning, action, Search
- learning

Tools I: Filtering

Tools II: Classification and Learning

Current research applications of the Department of SRS the workspace Cognitive Technical Systems:

- Situations operator modeling
- Stabilization of nonlinear dynamic systems without model knowledge
- Personalized, adaptive and interactive driver Assistance
- Planning and assistance systems in aviation
- Adaptive mobile robotics

### Learning objectives / skills English

Automation technology - due to their interdisciplinary, systems-oriented approach - is an interdisciplinary engineering discipline. The aim of the lecture Cognitive Technical Systems, is to familiarize the students with the basics of modern computer science, with filtering methods, with methods of artificial intelligence and cognitive technical systems, enabling them to recognize the development of control and automation technology with the means of cognitive artificial intelligence in the sense of an expansion, and to master and use the underlying methods.

### Literatur

- Alpaydin, E.: Maschinelles Lernen, Oldenbourg, 2008. (idt.: Machine Learning, MIT Press, 2003).  
Cacciabue, P.C.: Modelling and Simulation of Human Behaviour in System Control, Springer, 1998.

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Konstruieren mit Kunststoffen			
<b>Module title English</b>			
Designing with Plastics			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Konstruieren mit Kunststoffen</b>			
<b>Course title English</b>			
Designing with Plastics			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Schiffers, Reinhard			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			
<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>			

Der Einsatz von Kunststoffen im täglichen Gebrauch oder auch als funktionales technisches Bauteil hängt sehr stark von der werkstoffgerechten und verarbeitungsgerechten Konstruktion ab. Diese Grundlagen und Anforderungen werden in der Veranstaltung Konstruieren mit Kunststoffen detailliert betrachtet. Die Vorlesung gliedert sich wie folgt:

- Methodisches Konstruieren
- Anforderungslisten und Lösungskonzepte
- Dimensionierungskennwerte
- Werkstoffauswahl
- Fertigungsverfahren
- Fertigung und Eigenschaften
- Werkstoffgerechte Konstruktion
- Simulation der Fertigung
- Simulation der Eigenschaften
- Fügen und Verbinden
- Rapid Prototyping
- Spritzgießwerkzeuge
- Qualitätssicherung
- Produkterprobung
- Kostenkalkulation

Konstruieren mit Kunststoffen Übung:

- Methodisches Konstruieren, Anforderungslisten
- Werkstoffauswahl, Fertigungsverfahren
- Werkstoffgerechte Konstruktion
- Fügen und Verbinden
- Simulation in der Fertigung,
- Simulation der Eigenschaften
- Rapid Prototyping, Spritzgießwerkzeuge
- Qualitätssicherung
- Produkterprobung, Kostenkalkulation

Das Lehrangebot wird ergänzt durch umfangreiches Material für das Selbststudium, das über die Moodle-Plattform bereitgestellt wird (weitergehende Literatur, Kurzanleitungen, Videos).

### **Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden lernen in der Veranstaltung Konstruieren mit Kunststoffen die abweichenden mechanischen Eigenschaften von Kunststoffen gegenüber anderen Werkstoffen (Metallen) durch werkstoffgerechte Konstruktionen zu kompensieren. Sie sind nach dem Besuch der Veranstaltung z. B. in der Lage das Motto „Viel hilft viel!“ in Bezug auf die Anwendung von Kunststoffen begründet zu widerlegen und an Stelle dessen sinnvolle Lösungsmöglichkeiten für die oben genannten Anforderungen zu entwerfen. Zudem wird die Bedeutung von Kunststoffrecycling und die Verwendung biobasierter Kunststoffe im Bezug auf das Konstruieren mit Kunststoffen vermittelt und die Studierenden dazu angeregt sich kritisch mit diesen Themen auseinander zu setzen.

### **Description / Content English**

The use of plastics in daily use or as a functional technical component depends very much on the design that is suitable for the material and the processing. These basics and requirements are considered in detail in the course Designing with Plastics. The lecture is structured as follows:

- Methodical design
- Request lists and solutions
- Sizing parameters
- Material Selection
- Manufacturing Processes
- Production and Properties
- Material - design
- Simulation of Manufacturing
- Simulation of the properties
- Joining and Connecting
- Rapid Prototyping
- Injection Moulding-Moulds
- Quality control
- Product testing
- Expense budgeting

Design with Plastics exercise:

- Methodical design, requirement lists
- Material selection, manufacturing processes
- Material-design
- Joining and Connecting
- Simulation of Manufacturing
- Simulation of the properties
- Rapid Prototyping, Injection Moulding-Moulds
- Quality control
- Product testing, expense budgeting

The teaching offer is supplemented by extensive material for self-study, which is provided via the Moodle platform (further literature, short instructions, videos).

### Learning objectives / skills English

The use of plastics in everyday use or as a functional technical component depends very strongly on the material and processing specific construction. The students learn to compensate the poorer mechanical properties of plastics compared to other materials (metals) by an intelligent design. At the end of the course the students are able to refute the overall device „A lot helps a lot!“ with regard to the use of plastic materials by developing reasonable solutions to plastic specific questions. In addition, the importance of plastics recycling and the use of bio-based plastics in relation to the construction with plastics is conveyed and the students are encouraged to critically examine these topics.

### Literatur

- Hopmann, Michaeli, Einführung in die Kunststoffverarbeitung, 2010, ISBN: 3-446-42488-1  
Ehrenstein, Mit Kunststoffen konstruieren, 2015, ISBN: 3-446-41322-7  
Erhard, Konstruieren mit Kunststoffen, 2008, ISBN: 3-446-41646-3  
Osswald, Polymer Processing Fundamentals, 1998, ISBN: 3-446-19571-8

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Lasertechnik			
<b>Module title English</b>			
Lasers			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Lasertechnik			
<b>Course title English</b>			
Lasers			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Stöhr, Andreas			ET
<b>Kreditpunkte</b>		<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>
5		WiSe	D
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1	1	
<b>Studienleistung</b>			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Der erste Teil umfasst die Grundprinzipien und mathematische Beschreibung der elektromagnetischen Wellenausbreitung. Die Lehrveranstaltung fährt fort mit quantenmechanischer Beschreibung von Wechselwirkungen zwischen elektromagnetischen Wellen und atomaren Systemen. Anschließend wird das Prinzip des Lasers und die wesentlichen Voraussetzungen für optische Strahlungsverstärkung durch stimulierte Emission und optische Rückkopplung mittels Resonatoren diskutiert. Weiterhin werden Zwei- und Mehrniveau-Systeme im Hinblick auf Anwendbarkeit in Lasern besprochen. Besondere Aufmerksamkeit wird den Grundkonzepten, der Funktionalität und den charakteristischen Eigenschaften unterschiedlicher Laser gewidmet. Betrachtet werden u.a. der Helium-Neon Laser, der Ar-Ionenlaser, der Excimer Laser, der Ti:Saphir Laser und Halbleiter-Laserdioden. Nach einer Diskussion wichtiger Laser-Komponenten z.B. zur Wellenlängenselektion in Multimodalen Lasern, folgen Beispiele von Laser-Anwendungen in verschiedenen technischen Gebieten darunter die Interferometrie, Spektroskopie, Kommunikationstechnik, Sensorik und Materialbearbeitung. Zukünftige Trends werden abschließend andiskutiert.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind in der Lage, die prinzipielle Funktionsweise von Lasern grundlegend und umfassend zu beschreiben sowie die verschiedenen Lasertypen und Bauformen zu unterscheiden und spezifischen Einsatzgebieten zuzuordnen.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>The first lectures within the course Lasers cover the basic principles and mathematical description of electromagnetic wave propagation. The course proceeds with describing quantum mechanical interactions between electromagnetic waves and atomic materials resulting in the two fundamental laser requirements, light amplification by stimulated emission of radiation and optical cavities. Special attention is then given to thoroughly explain the basic concepts, functionalities, and characteristic specifications of different laser types. This discussion includes the Helium-Neon laser, the Ar-ion laser, Excimer lasers, Ti:Sapphire laser, and semiconductor laser diodes. Finally, examples of exploiting laser in various application areas such as interferometry, spectroscopy, communications, sensors, and material processing are discussed together with future trends.</p>

### Learning objectives / skills English

The students are able to thoroughly describe the principle function of a laser, to distinguish between the different laser types and designs, and to assign different laser types to specific applications.

### Literatur

- [1] Fritz Kurt Kneubühl und Markus Werner Sigrist, „Laser“, Springer Fachmedien, Vieweg + Teubner Verlag
- [2] Helmbrecht Bauer, „Lasertechnik“, VOGEL Fachbuch, Kamprath-Reihe
- [3] Wolfgang Bludau, „Halbleiter-Optoelektronik“, Hanser-Verlag
- [4] Jürgen Eichler und Hans Joachim Eichler, „Laser: Bauformen, Strahlführung, Anwendungen“, Springer Verlag
- [5] Marc Eichhorn, „Laserphysik“, Springer Verlag
- [6] Anthony E. Siegman, „Lasers“, University Science Books
- [7] Numai Takahiro, „Fundamentals of Semiconductor Laser“, Springer Series Optical Sciences, vol. 93

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Manipulator-technik			
<b>Module title English</b>			
Manipulator Technology			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Manipulator-technik</b>			
<b>Course title English</b>			
Manipulator Technology			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehrereinheit</b>
Bruckmann, Tobias			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>In dieser Vorlesung werden die wesentlichen Grundlagen der Robotik zusammengestellt, wobei sich die Betrachtungen in erster Linie auf Industrieroboter als frei programmierbare multifunktionale Manipulatoren konzentrieren. Im Einzelnen werden folgende Schwerpunkte behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Industrieroboter als mechatronisches System</li> <li>- Einführung der Bauformen und Gestaltungselemente wie Hebel, Gelenke und Antriebe</li> <li>- Grundlagen der Starrkörpertransformation (Rotationsmatrizen, homogene Transformationen)</li> <li>- Aufstellung der Roboterkinematik (direkte Kinematik, inverse Kinematik)</li> <li>- Modellierung der Kinematik nach Denavit-Hartenberg</li> <li>- Kinematik auf Geschwindigkeitsebene, Aufstellung der Jacobi-Matrix</li> <li>- Trajektorienberechnung (Trajektorienberechnung für einzelne Antriebe, synchronisierte Punkt-zu-Punkt-Bewegung mehrerer Antriebe, Vorgabe kartesischer Bewegungen)</li> <li>- Einfache Verfahren zur Kollisionsvermeidung auf Basis von Potentialfeldern</li> </ul> <p>In Beispielen wird die Anwendung dieser Verfahren demonstriert.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind mit typischen Bauformen von Industrierobotern vertraut und in der Lage, die kinematische Beschreibung für Roboterarme aufzustellen. Sie sind in der Lage, Verfahren der Trajektorienberechnung anzuwenden. Die Studierenden sind für weiterführende Themen wie die Aufstellung der Dynamikgleichungen oder die Regelung von Manipulatoren vorbereitet.</p>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

In this course, the basic equations of robotic systems are derived. The considerations mainly focus on industrial robots as free programmable multifunctional manipulators. In particular, these topics are treated:

- the industrial robot as a mechatronic system
- introduction of typical structures and design elements like links, joints and drives
- fundamental of rigid body transformations (rotation matrices, homogeneous Transformations)
- formulation of robot kinematics (direct kinematics, inverse kinematics)
- modelling of kinematics based on the Denavit-Hartenberg approach
- velocity kinematics, formulation of the Jacobian
- calculation of trajectories (trajectories for individual drives, synchronised point-to-point motion of multidrive systems, prescription of cartesian motion)
- Simple approaches for collision avoidance based on potential fields

Examples demonstrate the application of these methods.

### Learning objectives / skills English

The students will become familiar with the typical constructions of industrial robots and will be in a position to set up the kinematic description of robot arm. They will be in a position to apply methods to compute the trajectories of a robot.

The students are prepared for subsequent topics like the modeling of the robot dynamics and the control of manipulators.

### Literatur

Spong, M.; et. al.: Robot Modeling and Control. Wiley, 2006

Craig: Introduction to Robotics: Mechanism and Control. Addison Wesley, 1989.

Mc Kerrow: Introduction to Robotics. Addison Wesley, 1991.

Paul: Robot Manipulators. MIT Press, 1981.

Fu, Gonzales, Lee: Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence. 1987

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)			
<b>Module title English</b>			
Master-Thesis (including colloquium)			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)</b>			
<b>Course title English</b>			
Master-Thesis (including colloquium)			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
<b>Kreditpunkte</b>		<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>
30		W/S	D/E
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Masterarbeit			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Master-Arbeit ist eine Prüfungsarbeit, in der die oder der Studierende zum Abschluss des Studiums zeigen soll, dass er innerhalb einer vorgegebenen Frist von 6 Monaten ein Problem selbstständig unter Anleitung nach wissenschaftlichen Methoden bearbeiten kann. Die Arbeit soll wie ein Projekt in der Praxis unter Beachtung von Methoden des Projektmanagements betreut und durchgeführt werden. Dokumentation und Präsentation (Kolloquium, deutsch oder englisch) sollen zeigen, dass die oder der Studierende in der Lage ist, Zusammenhänge und Ergebnisse verständlich und präzise darzustellen.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Master-Abschlussarbeit stellt eine Prüfungsleistung dar. Neben der fachlichen Vertiefung an einem Beispiel dient sie auch dem Erwerb und der Vertiefung folgender Soft-Skills: - Selbstlernfähigkeit, - Teamfähigkeit (Zusammenarbeit mit den Betreuern), - Anwendung von Methoden des Projektmanagements, - Kommunikationsfähigkeit: technische Dokumentation und Präsentation, - im Fall englischer Präsentation auch Übung von Sprachkenntnissen

<b>Description / Content English</b>
The master-thesis is an examination paper, in which the student should show that he can solve a problem self-contained under guidance by using scientific methods, within 6 months at the end of his studies. This thesis is supervised and conducted like a project in practice considering methods of project management. Documentation and presentation (colloquium, German or English) should show that the student is able to illustrate relations and results in a coherent and precise way.
<b>Learning objectives / skills English</b>

The master-thesis represents an examination. Besides the professional engrossing by using an example the acquisition of soft skills are also gained:

- self-learning ability
- capacity of teamwork (working together with the supervisor)
- application of methods of project management
- communications skills: technical documentation and presentation,
- in case of an English presentation also practice of language skills

## Literatur

Spezifisch für das gewählte Thema

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Übertragungssysteme			
<b>Module title English</b>			
Transmission systems			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>MATLAB for Communications</b>			
<b>Course title English</b>			
MATLAB for Communications			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Czylwik, Andreas			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
4	SoSe	E	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
			3
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Modul-Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Nach einer Einführung in die Syntax von MATLAB werden Anwendungen von MATLAB im Bereich der Nachrichtentechnik behandelt. Wichtige Methoden sind dabei: Faltung, diskrete Fourier-Transformation, Erzeugung von Zufallsvariablen mit definierten Eigenschaften.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Teilnehmer sollen in der Lage sein, numerische Problemstellungen der Nachrichtentechnik mit MATLAB lösen zu können.

<b>Description / Content English</b>
After an introduction about the syntax of MATLAB, applications in the field of communication systems are treated. Especially the following methods are discussed: convolution, discrete Fourier transform, generation of random variables with pre-defined properties.
<b>Learning objectives / skills English</b>
Participants shall be able to solve numerical problems in the area of communications systems using MATLAB.

<b>Literatur</b>
Martin Werner: Digitale Signalverarbeitung mit MATLAB Hans Benker: Mathematik mit MATLAB: Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler Gerhard Doblinger: Zeitdiskrete Signale und Systeme Norbert Fliege und Markus Gaida: Signale und Systeme

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Mehrgrößenregelung			
<b>Module title English</b>			
Modern Control Systems			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Mehrgrößenregelung</b>			
<b>Course title English</b>			
Modern Control Systems			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Ding, Steven			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Im Rahmen der Lehrveranstaltung werden regelungstechnische Verfahren für MIMO-Systeme (Multiple Inputs and Multiple Outputs) vorgestellt, welche auf der so genannten Zustandsraumdarstellung dynamischer Systeme basieren, und deren Grundlage seit Anfang der 60er-Jahre unter dem Begriff „moderne Regelungstheorie“ entwickelt wurde. Anders als die klassische Regelungstheorie, wo die Systemanalyse und der Reglerentwurf auf dem Übertragungsverhalten des betrachteten Systems basieren, gehen die Zustandsraumverfahren von der Gewinnung der Information über die Zustandsgrößen des Systems aus. Dies ermöglicht nicht nur einen tieferen Einblick in die strukturellen Eigenschaften des Systems und damit den Entwurf des so genannten Zustandsreglers, sondern auch eine effektive Nachbildung der Zustandsgrößen. Diese Technologie gewinnt in der Praxis zunehmend an Bedeutung. In dieser Vorlesung wird zunächst die Aufstellung von Zustandsraummodellen vorgestellt. Es folgt die Beschreibung der strukturellen Eigenschaften des Systems u.a. invariante Nullstellen, Polstellen, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit. Vorgestellt werden ferner die so genannten Zustandsraumverfahren für den Reglerentwurf. Im Zusammenhang mit dem Entwurf des Zustandsreglers werden schließlich verschiedene Verfahren zum Entwurf des so genannten Beobachters zur Nachbildung von Zustandsgrößen bzw. Störgrößen vorgestellt.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden können regelungstechnische Systeme im so genannten Zustandsraum modellieren und analysieren. Sie können Zustandsregler und unterschiedliche Typen von Beobachtern entwerfen.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>In this course, the state space description of MIMO dynamic systems is first introduced. It is followed by the study on system structural properties like invariant zeros, poles, controllability and observability. Moreover, different methods of designing state feedback controllers, observer based state feedback controllers as well as optimal state feedback controllers are presented. The final part of this course is devoted to the design of state observers and unknown input observer.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>

The students should be able to model dynamic systems in the state space representation and to design state feedback controller and observers.

### Literatur

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript „Mehrgrößenregelung“ (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] J. Lunze, Regelungstechnik II (Mehrgrößensysteme), 7. Auflage, Springer-Verlage, 2013
- [3] H. Unbehauen, Regelungstechnik II, 10. Auflage, Verlag-Vieweg, 2000.
- [4] G. F. Franklin, J. D. Powell and A. Emami-Naeni, Feedback control of dynamic systems, the 5th edition, Prentice Hall, 2006.
- [5] E. C. Dorf and R. H. Bishop, Modern control systems, Pearson Prentice Hall, 10th edition, 2005.
- [6] C-T. Chen, Linear system theory and design, Oxford university press

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Mess- und Sensorsysteme			
<b>Module title English</b>			
Measurement and sensor systems			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Mess- und Sensorsysteme			
<b>Course title English</b>			
Measurement and sensor systems			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehrereinheit</b>
van Waasen, Stefan			ET
<b>Kreditpunkte</b>		<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>
5		W/S	E/D
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Lehrveranstaltung „Mess- und Sensorsysteme“ gibt eine erweiterte Einführung in das Thema Mess- und Sensorsysteme. Zu Beginn werden die Grundlagen der Messtechnik, bezogen auf wichtige Signal- und Systemparameter, behandelt. Weiterhin werden verschiedene Grundlagen bzw. Verfahren zur Signalkonditionierung und -verarbeitung vorgestellt. Im Weiteren soll ein Einblick in verschiedene Mess- und Sensorprinzipien gegeben werden. Es werden verschiedene Detektoren/Sensoren (Magnetfeldsensoren, Lichtsensoren, etc.) vorgestellt und die grundlegenden Eigenschaften, mit Vor- und Nachteilen sowie deren Einsatzgebiete diskutiert. Zum Ende soll hierbei speziell auch auf die spezifischen Möglichkeiten zur Auslegung dieser Komponenten und die verschiedenen Implementierungsmöglichkeiten eingegangen werden. Im Gesamtzusammenhang werden diese dann mit einer realen Applikation aus der Physik weiterführend als virtuelles Projekt diskutiert.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Nach erfolgreichem Ableisten der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, grundlegende Eigenschaften von Mess- und Sensorsystemen zu verstehen und eine entsprechende Auswahl von Komponenten (Detektoren, Signalverarbeitung, etc.) entsprechend der Anforderungen zu treffen. Die Studierenden sind zudem grundlegend fähig eine solche Entwicklung entsprechend einem typischen Entwicklungsprozess durchzuführen.

<b>Description / Content English</b>
The course „Measurement and Sensor Systems gives“ an extended introduction into the topic of measurement and sensor systems. At the beginning, the basics of measurement technology, related to important signal and system parameters, are covered. Furthermore, different basics or methods for signal conditioning and processing will be presented. Next, an insight into different measurement and sensor principles will be given. Different detectors/sensors (magnetic field sensors, light sensors, etc.) will be presented, and the basic properties, including advantages and disadvantages, as well as their areas of application will be discussed. Towards the end, the specific possibilities for the design of these components and the different implementation options will be discussed. In the overall context, these will then be discussed further with a real application from physics as a virtual project.

### Learning objectives / skills English

After successful fulfillment of the course, the students are able to understand basic characteristics of a measurement and sensor system and to make a corresponding component selection (detector, signal processing, etc.) according to respective requirements. In addition, students are basically able to perform such a development according to a typical development process.

### Literatur

Empfehlungen/Recommendations (nicht notwendig zum erfolgreichen Absolvieren des Kurses/not required for successfully passing the course):

- (1) Armin Schöne: Messtechnik. Springer Verlag, 1997
- (2) Reinhard Lerch: Elektrische Messtechnik. Springer, 2010
- (3) Elmar Schrüfer, Leonhard M. Reindl, Bernhard Zagar: Elektrische Messtechnik. Hanser Verlag, 2012
- (4) Gabriele D'Antona, Alessandro Ferrero: Digital Signal Processing for Measurement Systems: Theory and Applications. Springer, 2010
- (5) Johannes Niebuhr, Gerhard Lindner: Physikalische Messtechnik mit Sensoren. Oldenbourg, 2002
- (6) K. W. Bonfig, Zhongdong Liu: Virtuelle Instrumente und Signalverarbeitung. VDE Verlag, 2004

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Microwave Theory and Techniques			
<b>Module title English</b>			
Microwave Theory and Techniques			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Microwave Theory and Techniques</b>			
<b>Course title English</b>			
Microwave Theory and Techniques			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehrinheit</b>
Czylwik, Andreas			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	E	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1	1	
<b>Studienleistung</b>			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Behandelt werden theoretische Grundlagen und Konzepte, die zum Entwurf und Analyse von Mikrowellen-Schaltungen benötigt werden. Beginnend mit Maxwell's Gleichungen werden Beschreibungen von ebenen Wellen und Ausbreitungseffekten an Diskontinuitäten abgeleitet. Leitungsgleichungen und Wellenbeschreibungen auf TEM-Wellenleitungen werden als Wiederholung des Stoffs aus dem Bachelor nur kurz behandelt. Als Erweiterung der bisherigen theoretischen Grundlagen wird dann die Ausbreitung von TEM-Wellen und TE- und TM-Moden auf metallischen Leitungen abgeleitet sowie entsprechende Resonanz-Moden. Daneben werden auch Eigenschaften von Streifenleitungen (microstrip und coplanar) gezeigt.</p> <p>Dies führt zur Charakterisierung von Mikrowellen-Netzwerken unter Benutzung der Streuparameter und Analyse der Eigenschaften von verschiedenen Klassen von N-Toren.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden sind in der Lage elektromagnetische Wellen im freien Raum und auf Leitungen zu berechnen und Welleneigenschaften von Mikrowellen-schaltungen zu beschreiben und in Systemzusammenhängen zu berücksichtigen.

<b>Description / Content English</b>
<p>The lecture series on MTT covers advanced theories and concepts needed for the analysis and design of microwave circuits. We start with Maxwell's equations to derive descriptions of plane waves and propagation effects at discontinuities. Next we repeat and extend transmission line theory taught at undergraduate level (MRFT). Extending basic theory, we then derive transmission line TEM-modes and metal waveguide TE- and TM-modes as well as resonator modes. Characteristics of printed circuit microstrip line and coplanar waveguide are also presented. This leads to the characterization of microwave networks using scattering parameters and the analysis of several classes of n-port circuits.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
Students can calculate electromagnetic wave propagation in free space and in transmission lines. They are able to describe wave propagation properties of microwave networks and consider these under system aspects.

## Literatur

- David M. Pozar, Microwave and RF wireless systems, John Wiley and Sons, 2001, chapters 3,4
- David M. Pozar, Microwave Engineering, 2nd edition, John Wiley and Sons, 1998, chapters 1,2,3,4
- Werner Bächtold, Mikrowellentechnik, Vieweg, 1999
- Werner Bächtold, Mikrowellenelektronik, Vieweg, 2002
- Edgar Voges, Hochfrequenztechnik, Bauelemente, Schaltungen, Anwendungen, 2004, 3.Auflage, Hüthig-Verlag

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Modelling and Simulation of Dynamic Systems			
<b>Module title English</b>			
Modelling and Simulation of Dynamic Systems			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Modelling and Simulation of Dynamic Systems</b>			
<b>Course title English</b>			
Modelling and Simulation of Dynamic Systems			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Köppen-Seliger, Birgit			ET
<b>Kreditpunkte</b>		<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>
5		WiSe	E
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1	1	
<b>Studienleistung</b>			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Nach einer Einführung in Ziele und Bedeutung von Modellbildung und Simulation werden zunächst numerische Verfahren zur Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen (diverse implizite und explizite Ein- und Mehrschrittverfahren, andere Verfahren) und deren Eigenschaften (numerische Stabilität, lokale und globale Fehler, Eignung für steife DGLs, bei Sprüngen und für Schrittweitensteuerung) behandelt. Die Lösung partieller DGLs wird lediglich durch ein Beispiel mit Zeit- und Ortsdiskretisierung angedeutet.</p> <p>Das Kapitel über experimentelle Modellbildung befasst sich zunächst mit Vorgehensweise und Wahl der Testsignale. Es folgen Verfahren zur Gewinnung nichtparametrischer Modelle. Die direkte Parameterbestimmung aus Sprungantworten beschränkt sich auf einfache lineare dynamische Systeme. Für allgemeine Parameterschätzverfahren (wie sie in der „System Identification Toolbox“ von MATLAB implementiert sind) werden die zugrunde liegenden Modelle dargestellt. An einem Verfahren wird die Rückführung auf ein Least-Squares-Problem gezeigt und bezüglich weiterer Details auf die Vorlesung „State and Parameter Estimation“ verwiesen. Weitere Methoden werden nur als Ausblick angedeutet.</p> <p>Physikalische Grundlagen aus Mechanik, Thermodynamik und Strömungslehre werden in kurzer Form zusammengefasst. Die Anwendung erfolgt zur theoretischen Modellbildung (zur Gewinnung „rigoroser Modelle“) für zahlreiche Beispiele, so z.B.: Antrieb mit Gleichstrommotor, Pumpe und Kompressor, Ventil, Wärmetauscher, beheizter Behälter (Flüssigkeit, Gas, kochende Flüssigkeit und Dampf), Rührkesselreaktor mit chemischer Reaktion.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sollen numerische Lösungsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen in ihren Eigenschaften beurteilen und für einen gegebenen Anwendungsfall auswählen können. Sie sollen verschiedene Verfahren zur experimentellen Systemidentifikation anwenden können. Sie sollen auch in der Lage sein, für einige einfache, in der Verfahrenstechnik wichtige, physikalische Systeme rigorose (theoretische) Modelle aufzustellen.</p>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

After an introduction into goals and significance of modelling and simulation, numerical methods for solving ordinary differential equations (various implicit and explicit single-step and multi-step methods, other methods) and their properties (numeric stability, local and global errors, suitability for stiff differential equations, for step inputs, and for step width control) are considered. For the solution of partial differential equations, there is only a hint by an example with space and time discretization.

The chapter „experimental modelling“ at first discusses principles and choice of test signals, followed by methods for gaining nonparametric models. For general parameter estimation methods, as they are contained in the MATLAB system identification toolbox, the basic models are presented. For one method, the reduction to a least-squares problem is shown; for further details the lecture refers to another lecture („state and parameter estimation“). Other methods are only mentioned as an outlook.

A short overview over physical fundamentals from mechanics, thermodynamics, and fluid dynamics is given. These fundamentals are applied for theoretical modelling (gaining rigorous models) for numerous examples, e.g., DC drive, pump and compressor, valve, heat exchanger, heated vessel (liquid, gas, boiling liquid, and vapour), stirring vessel reactor with chemical reaction.

### Learning objectives / skills English

The students will be able to apply numerical methods for the solution of ordinary differential equations, and to evaluate their properties and suitability for a given application case. They are expected to apply various methods for experimental system identification. Also, they will be able to formulate rigorous (theoretical) models for some simple systems which are important in process industry.

### Literatur

- Maier, Uwe: Vorlesungsskript „Modelling and Simulation of Dynamic Systems“ in Moodle
- Thomas, Philip: Simulation of Industrial Processes for Control Engineers. Butterworth Heinemann, 1999.
- Weitere umfangreiche Literaturliste zu den einzelnen Kapiteln in Moodle.

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Neuroengineering für Human-Centered-Interaction			
<b>Module title English</b>			
Neuroengineering for Human-Centered Interaction			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Neuroengineering für Human-Centered-Interaction</b>			
<b>Course title English</b>			
Neuroengineering for Human-Centered Interaction			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Kirchner, Elsa			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1	1	
<b>Studienleistung</b>			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Fachdiskussion und Vortrag			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Der Kurs „Neuroengineering for Human-Centered Interaction“ befasst sich mit der multidisziplinären Forschung im Kontext der Mensch-Maschine-Interaktion und den Anforderungen an Hard- und Software sowie Fragen der Datensicherheit bei der Nutzung personenbezogener Daten oder der Erstellung individueller Modelle. Für verschiedene Anwendungen in der Medizin und Rehabilitation, aber auch für neue Ansätze zum autonomen Fahren oder zur kognitiven Arbeitssicherheit können Hirnaktivitätsdaten genutzt werden, um menschliche Absichten automatisch und implizit zu erkennen, um zu verstehen, wie die Interaktion zwischen Mensch und Maschine individualisiert und an die tatsächlichen Bedürfnisse angepasst werden kann. In der Lehrveranstaltung werden verschiedene Ansätze zur Nutzung von Hirnaktivität sowie deren Nutzung in Kombination mit anderen Daten betrachtet, um sinnvolle Ansätze für multimodale Interaktion zu fördern. In diesem Zusammenhang wird auch auf die besonderen Herausforderungen bei der Nutzung von personenbezogenen Daten und maschinellem Lernen eingegangen.</p> <p>Der Kurs behandelt die folgenden Anwendungsthemen und die dafür erforderlichen Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quelle der messbaren Gehirnaktivität – insbesondere das Elektroenzephalogramm</li> <li>- Technische und methodische Möglichkeiten der Aufzeichnung von Gehirnaktivität</li> <li>- verschiedene Arten der Nutzung von Gehirnaktivität für die Interaktion mit ihren Vor- und Nachteilen</li> <li>- Umgang mit Artefakten – Signalverarbeitung</li> <li>- Signalfusion und Maschinelles Lernen für die Interpretation von Gehirnaktivität</li> <li>- Effekt der Klassenverteilung, Transferlernen und Leistungsmetriken</li> <li>- Inhärent sichere Nutzung von Gehirnaktivität</li> <li>- speziellen Herausforderungen an die Verwendung personenbezogener Daten</li> <li>- Anwendungsbeispiele in Medizin, Assistenz und Prävention</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Konzepte und Prinzipien der Nutzung von Gehirnaktivität für die Mensch-Maschine-Interaktion anhand von Beispielen zu erläutern und die besonderen Herausforderungen des Schutzes personenbezogener Daten bei der Nutzung zu erklären. Sie verstehen die Quellen und Messmethoden für Hirnaktivität und den Rahmen der Interpretierbarkeit durch Signalverarbeitung und maschinelles Lernen.</p>

### Description / Content English

The course „Neuroengineering for Human-Centered-Interaction“ addresses multidisciplinary research in the context of human-machine interaction and the requirements for hardware and software as well as data security issues when using personal data or creating individual models. For various applications in medicine and rehabilitation, but also for new approaches to autonomous driving or cognitive occupational safety, brain activity data can be used to automatically and implicitly recognize human intentions in order to understand how human-machine interaction can be individualized and adapted to actual needs. The course will consider different approaches to using brain activity and its use in combination with other data to promote meaningful approaches to multimodal interaction. In this context, the particular challenges of using personal data and machine learning will also be addressed.

The course covers the following application topics and the fundamentals required for them:

- source of measurable brain activity - especially the electroencephalogram
- technical and methodical possibilities of recording brain activity
- different ways of using brain activity for interaction with their advantages and disadvantages
- dealing with artifacts - signal processing
- signal fusion and machine learning for interpretation of brain activity
- effect of class distribution, transfer learning and performance metrics
- Inherently safe use of brain activity
- Special challenges to the use of personal data
- Application examples in medicine, assistance and prevention

### Learning objectives / skills English

Students will be able to explain the main concepts and principles of using brain activity for human-machine interaction with examples, as well as specific challenges to protecting personal data when using it. They will understand the sources and measurement methods for brain activity and the framework of interpretability using signal processing and machine learning.

### Literatur

- Zschocke, S. (1995). *Klinische Elektroenzephalographie*. Springer: Berlin, Heidelberg.
- Luck, S. J. (2005). *An Introduction to the Event-related Potential Technique*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Polich, J. (2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, 118(10):2128–2148.
- Graimann, B., Allison, B. Z., & Pfurtscheller, G. (2010). *Brain-Computer Interfaces: Revolutionizing Human-Computer Interaction*. (1 ed.) Springer Verlag.
- Pfurtscheller, G., Neuper, C., & Birbaumer, N. (2005). Human Brain-Computer Interface. In *Motor Cortex in virtual Movements (A distributed System for distributed Functions ed., pp. 367-401)*. CRC Press.
- Wolpaw, J. R., Birbaumer, N., McFarland, D. J., Pfurtscheller, G., and Vaughan, T. M. (2002). Brain-computer interfaces for communication and control. *Clinical Neurophysiology*
- Kirchner, E. A. et al. Intuitive interaction with robots - technical approaches and challenges. In Drechsler, R. & Kühne, U. (eds.) *Formal Modeling and Verification of Cyber Physical Systems*, 224–248 (Springer 2015).
- Elsa Andrea Kirchner; *Intrinsische Intentionserkennung in Technischen Systemen*, Editors: Steffen Hölldobler, In GI-Edition: *Lecture Notes in Informatics, Ausgezeichnete Informatikdissertationen 2014*, Bonner Köllen Verlag, pages 119-128, 2015. ISBN: 978-3-88579-419-6.
- Kirchner, E. A. et al. *Embedded Multimodal Interfaces in Robotics: Applications, Future Trends, and Societal Implications*, Editors: S. Oviatt, B. Schuller, P. Cohen, D. Sonntag, G. Potamianos, A. Krueger, In *The Handbook of Multimodal-Multisensor Interfaces*, Morgan & Claypool Publishers, volume 3, chapter 13, pages 523-576, 2019. ISBN: e-book: 978-1-97000-173-0, hardcover: 978-1-97000-175-4, paperback: 978-1-97000-172-3, ePub: 978-1-97000-174-7.

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Nonlinear Control Systems			
<b>Module title English</b>			
Nonlinear Control Systems			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Nonlinear Control Systems</b>			
<b>Course title English</b>			
Nonlinear Control Systems			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehrinheit</b>
Ding, Steven			ET
<b>Kreditpunkte</b>		<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>
5		WiSe	E
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1	1	
<b>Studienleistung</b>			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Ziel der Lehrveranstaltung ist es, Grundkenntnisse der nichtlinearen Regelungstheorie zu vermitteln und neue Ansätze zur Analyse und zum Entwurf nichtlinearer Systeme vorzustellen. Inhalt: Einführung, Analyse in der Phasenebene, Stabilitätstheorie, Linearisierung durch Rückkopplung, adaptive Regelung, Sliding-Mode-Regelung, Entwurf von Beobachtern für nichtlineare Systeme.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden sollen nichtlineare regelungstechnische Systeme modellieren, deren Dynamik und Stabilität analysieren und geeignete Regler konzipieren und entwerfen.

<b>Description / Content English</b>
During the last two decades, development of advanced nonlinear control system theory has received much attention. This course is devoted to the essentials of the nonlinear system analysis and to the introduction of some advanced methods of analyzing and designing nonlinear control systems developed in recent years. First, different methods and tools for the description of nonlinear systems are introduced. Stability study with emphasis on the Lyapunov methods builds the basis for the further study. It is followed by the study on passive and dissipative systems, and presentation of different methods of nonlinear controller design including the feedback linearization, sliding control, adaptive control schemes and nonlinear observer design.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students should be able to model nonlinear control systems, to analyze the system dynamic behavior, in particular the stability using different methods, and to design nonlinear control systems for applications.

<b>Literatur</b>
------------------

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript „Nonlinear control systems“ (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] H. K. Khalil: Nonlinear systems, the 3rd edition, Prentice Hall, 2002.
- [3] J.-J. E. Slotine and W. Li, Applied nonlinear control, Prentice Hall, 1991

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Optische Signalverarbeitung			
<b>Module title English</b>			
Optical Signal Processing			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Optische Signalverarbeitung</b>			
<b>Course title English</b>			
Optical Signal Processing			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Buß, Rüdiger			ET
<b>Kreditpunkte</b>		<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>
5		W/S	D/E
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Vorlesung Optische Signalverarbeitung beginnt mit der grundlegenden Theorie der nichtlinearen optischen Effekte in dielektrischen Materialien und in Halbleitern: Beispielsweise werden hier Fragen zur optischen Frequenzverdopplung anhand eines grünen Laserpointers diskutiert. Die Ursachen für optische Bistabilität werden beschrieben und es wird gezeigt, wie optisches Schalten zur Realisierung optischer Speicher und Logikelemente angewendet werden kann. Nachfolgend wird das Phänomen der optoelektronischen Bistabilität eingeführt. Es wird gezeigt, dass die Integration eines Modulators und eines Photodetektors zum sogenannten Self-Electrooptic-Effect-Device (SEED) führt. Dieses Element zeigt verschiedene Arten von Schaltvorgängen, die optisch und elektrisch gesteuert werden können. Schließlich werden die Einsatzgebiete der optischen Signalverarbeitung anhand speziellen Anwendungsbeispiele diskutiert. Dies sind unter anderem: optische Schaltnetzwerke, Bildverarbeitungssysteme, optische neuronale Netzwerke, parallel-optische Signalprozessoren.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind in der Lage, die physikalischen Mechanismen für die Entstehung optischer Bistabilität zu erörtern und diese bei der Analyse optischer logischer Elemente anzuwenden. Sie sind fähig, die erlernten Konzepte auf Systeme zu übertragen und den Einsatz optischer Signalverarbeitung kritisch mit bereits existierenden elektronischen Ansätzen zu vergleichen.</p>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

The course „Optical Signal Processing“ starts with the basic theory of non-linear optical effects both in dielectric materials and in semiconductors. Optical second harmonic generation in green laserpointers is discussed. The causes for optical bistability are described and principles like optical switching are applied to the realisation of optical memories and logic elements. Within the next section of this course, the phenomenon of opto-electronic bistability is introduced. It is shown that the integration of a light modulator and a photodetector is leading to so-called self-electro-optic effect devices (SEED), showing various forms of switching behaviour which can be controlled both optically and electrically. Finally, the main advantages of optical signal processing are pointed out while discussing applications such as optical switching networks, image processing systems, optical neural networks, parallel optical signal processors and optical interconnects.

### Learning objectives / skills English

The students are capable of discussing the physical mechanisms for the emergence of optical bistability and applying this to the analysis of optical logic elements. They are able to transfer the learned concepts to systems. They can question and compare the use of optical signal processing with existing electronic approaches.

### Literatur

- [1] P. Mandel, S.D. Smith, B.S. Wherrett (Eds.), From optical bistability towards optical computing, Elsevier Science Publishers, North Holland, 1987
- [2] H.H. Arsenault, T. Szoplik, B. Macukow (Eds.), Optical Processing and Computing, Academic Press, San Diego, 1989
- [3] W. Erhard, D. Fey, Parallele digitale optische Recheneinheiten, Teubner Studienbücher, Elektrotechnik/Physik, Teubner Verlag, Stuttgart, 1994
- [4] B.S. Wherrett, P. Chavel (Eds.), Optical Computing, Proceedings of the International Conference, Institute of Physics Conference Series Number 139, IOP Publishing, 1995

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Organische Elektronik und Optoelektronik			
<b>Module title English</b>			
Organic Electronics and Optoelectronics			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Organische Elektronik und Optoelektronik</b>			
<b>Course title English</b>			
Organic Electronics and Optoelectronics			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehrinheit</b>
Schmechel, Roland			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Mündliche Prüfung			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Veranstaltung führt in die organische Elektronik und Optoelektronik ein. Dabei wird stets eine Balance aus grundlegender Molekülphysik und bauteilrelevanten Konzepten angestrebt. Zu Beginn erfolgen eine Klassifizierung der organischen Materialien und eine Einteilung bezüglich ihrer morphologischen/strukturellen Eigenschaften. Ausgehend von den Bindungsverhältnissen wird die elektronische Struktur organischer Halbleiter erläutert und es werden die für organische Halbleiter üblichen Transportmodelle vorgestellt. Dabei wird besonderes Gewicht auf die Elektron-Phonon-Kopplung (Molekülpolaron) und auf den Einfluss von Unordnung gelegt. Es werden Parallelitäten und Unterschiede zu anorganischen Halbleitern hervorgehoben. Die Veranstaltung geht auch auf Konzepte zur Dotierung organischer Halbleiter ein und es werden einige kommerziell relevante „Intrinsisch Leitfähige Polymere“ (ICPs) und Dopanten vorgestellt. Es folgt eine Einführung in Kontaktphänomene an den Grenzflächen Metall/org. Halbleiter. Auf der Basis dieser Kenntnisse werden einfache transportbasierte Bauelemente wie die Einschichtdiode und der organische Feldeffekttransistor eingeführt.</p> <p>Weiterhin geht die Veranstaltung auf die optischen Eigenschaften organischer Materialien ein, wobei besonders auf die Bildung von Singulett- und Triplet-Exzitonen und die phononische Kopplungen (Franck-Condon-Prinzip) Wert gelegt wird. Auf Basis dieser Grundlagen werden als optoelektronische Bauteile organische Leuchtdioden (OLEDs) einschließlich lichtemittierende elektrochemischer Zellen (LECs) und organische Solarzellen vorgestellt. Hier werden die jeweils technisch wichtigen Kenndaten eingeführt und an den historischen Entwicklungsstufen werden grundlegende Bauteilkonzepte erörtert.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

Die Studierenden können organische Materialien bezüglich Morphologie und Bindungsstruktur klassifizieren. Sie kennen grundlegende Begriffe aus der Molekülphysik, wie konjugiertes Elektronensystem, Molekulpolaron, Exziton, Franck-Kondon-Prinzip und können diese korrekt anwenden. Die Studierenden können grundsätzliche Zusammenhänge zwischen Moleküleigenschaften und Bauteileigenschaften herstellen, wie z.B. die Korrelationen: funktionale Seitengruppen – Verschiebung der Molekülorbitale, Orientierung der Moleküle – Ladungsträgerbeweglichkeit, Ausdehnung des Pi-Systems – spektrale Verschiebung, etc. Die Studierenden kennen schließlich für Transistoren, Leuchtdioden und Solarzellen die wesentlichen kritischen Parameter, die die jeweiligen Bauteileigenschaften limitieren und die bekannten Konzepte um diesen Limitierungen entgegenzuwirken.

### Description / Content English

The lecture introduces into the organic electronics and optoelectronics. It seeks for a balance between fundamental molecular physics and device relevant concepts. It starts with a classification of organic materials according to their binding nature and morphological properties. The basic electronic structure will be derived from the nature of molecular bindings and subsequently, it introduces in common charge transport models. A focus is given to electron-phonon-coupling (small polarons) and the effect of disorder. Similarities and differences to inorganic semiconductors are emphasized. The lecture considers also concepts for doping of organic semiconductors, while commercial relevant „intrinsic conducting polymers“ (ICPs) as well as dopants are considered.

It follows an introduction into contact phenomena on metal / org. semiconductor interfaces. On basis of this knowledge simple charge-transport-based devices like single layer diodes as well as field effect transistors are considered.

In its second part the lecture introduces into optical properties of organic materials, while special emphasis is given to the formation of singulett- / triplett- excitons, and the electron-phonon coupling (Franck-Condon-Principle). On this basis organic light emitting diodes (OLEDs and LECs) and organic solar cells are introduced. For each of these device classes the technical key-parameter are explained and fundamental device concepts are discussed on hand of important historical stages.

### Learning objectives / skills English

The students are able to classify organic materials with respect to their binding structure and morphology. They know basic terms from molecular physics, like conjugated pi-electron system, molecule polaron, exciton, Franck-Condon-Principle and are able to use these terms correctly. The students are able to correlate molecular properties with device properties, like: functional groups – effect on HOMO-LUMO-level, orientation of molecules – effect on mobility, extension of pi-system – spectral shift, and so on. Finally, the students know for transistors, OLEDs and organic solar cells the most critical aspects limiting the device performance and know common concepts to act against these limiting factors.

### Literatur

Anna Köhler, Heinz Bäessler: Electronic Processes in Organic Semiconductors: An Introduction. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA (2015)

Markus Schwörer, Hans Christoph Wolf: Organische Molekulare Festkörper. Wiley-VCH Verlag.

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Praktische Anwendungen von KI in der Medizin			
<b>Module title English</b>			
Practical applications of AI in medicine			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Praktische Anwendungen von KI in der Medizin</b>			
<b>Course title English</b>			
Practical applications of AI in medicine			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Nensa, Felix (IKIM)			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		2	1
<b>Studienleistung</b>			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Veranstaltung soll einen Überblick über aktuelle Einsatzmöglichkeiten und Anwendungsgebiete von KI in medizinischen Kontext geben und einen praktischen Einstieg in die Thematik ermöglichen. Die Veranstaltung „Praktische Anwendungen von KI in der Medizin“ konzentriert sich auf die Vermittlung von grundlegenden Techniken der Künstlichen Intelligenz (KI) in medizinischen Anwendungen. Studierende erlernen praxisnahe Methoden zur Verarbeitung und Analyse medizinischer Daten sowie den Einsatz moderner KI-Algorithmen zur Unterstützung medizinischer Prozesse und Fragestellungen. Neben theoretischen Grundlagen steht die praktische Umsetzung im Mittelpunkt, wobei Studierende anwendungsorientierte KI-Fragestellungen umsetzen und evaluieren. Die Veranstaltung umfasst folgende Themen, die aufeinander aufbauend strukturiert sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen medizinischer Datenformate (FHIR, DICOM, Zeitreihen, Textdaten) und deren Verarbeitung</li> <li>- Einführung in Computer Vision für medizinische Bildanalyse</li> <li>- Grundlagen der Survival Analysis für prädiktive Modellierung</li> <li>- Nutzung von Large Language Models (LLMs) für medizinische Anwendungen</li> <li>- Implementierung von KI-Modellen mit Python und relevanten Bibliotheken (PyTorch, scikit-learn, pandas, numpy, lifelines)</li> </ul> <p>Die Themen sollen anhand aktueller Forschungsthemen vertiefend erarbeitet werden, dazu gehören unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung eines Algorithmus zur Erkennung von Körperregionen auf CT Topogrammen mittels YOLOv11</li> <li>- Klassifikation von Sepsis-Patienten mit Hilfe von hyperspektraler Bildgebung mittels RandomForest</li> <li>- Entwicklung eines patientenzentrierten Retrieval-Augmented-Generation(RAG)-Systems zur Interaktion mit Patientenakten</li> <li>- Speicherung und Integration von KI-Ergebnissen in FHIR-Ressourcen zur interoperablen Nutzung</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

Nach erfolgreicher Teilnahme an dieser Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, potentielle Einsatzmöglichkeiten von KI im medizinischen Alltag zu Erkennen und einzuschätzen. Sie können medizinische Datenformate wie FHIR und DICOM verstehen und praktisch verarbeiten. Sie können gezielt KI-Algorithmen für medizinische Fragestellungen einsetzen und sind in der Lage, Python sowie relevante Bibliotheken für die Modellierung und Analyse medizinischer Daten zu nutzen. Zudem erwerben sie die Fähigkeit, eigene KI-Modelle zu entwickeln, zu trainieren und zu evaluieren. Ein weiteres zentrales Lernziel ist die Integration von KI-Ergebnissen in standardisierte medizinische Datenformate wie FHIR, um eine interoperable Nutzung zu ermöglichen. Schließlich lernen die Studierenden, erste interdisziplinäre Problemstellungen durch den praxisorientierten Einsatz von KI-Methoden zu lösen und einzuschätzen.

### Description / Content English

The objective of the course is to provide an overview of the current potential applications of AI in a medical context and to offer a practical introduction to the subject. The course 'Practical Applications of AI in Medicine' focuses on teaching the basic techniques of artificial intelligence (AI) in medical applications. Students learn practical methods for processing and analyzing medical data and the use of modern AI algorithms to support medical processes and issues. In addition to theoretical principles, the focus is on practical implementation, with students realizing and evaluating their application-orientated AI problems. The course covers the following topics, which are structured to build on each other:

- Basics of medical data formats (FHIR, DICOM, time series, text data) and their processing
- Introduction to computer vision for medical image analysis
- Basics of survival analysis for predictive modelling
- Use of large language models (LLMs) for medical applications
- Implementation of AI models with Python and relevant libraries (PyTorch, scikit-learn, pandas, numpy, lifelines)

The topics under discussion are to be explored in depth on the basis of current research topics, including- Development of an algorithm for recognizing body regions on topograms using YOLOv11

- Classification of sepsis patients with the help of hyperspectral imaging using RandomForest
- Development of a patient-centered RAG system for interaction with patient records
- Storage and integration of AI results in FHIR resources for interoperable use

### Learning objectives / skills English

After successfully completing this course, students will be able to recognize and assess potential applications of AI in everyday medical practice. They can understand and practically process medical data formats such as FHIR and DICOM. They will be able to use AI algorithms specifically for medical issues and will be able to use Python and relevant libraries for modelling and analyzing medical data. They also acquire the ability to develop, train and evaluate their own AI models. Another key learning objective is the integration of AI results into standardized medical data formats such as FHIR to enable interoperable use. Finally, students learn to solve and assess initial interdisciplinary problems through the practice-oriented use of AI methods.

### Literatur

Modulname laut Prüfungsordnung			
Remote Medical Care			
Module title English			
Remote Medical Care			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Remote Medical Care			
Course title English			
Remote Medical Care			
Verantwortung			Lehrinheit
Kirchner, Elsa			ET
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

### Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die medizinische Fernversorgung gewinnt aufgrund des demographischen Wandels und der personellen Herausforderungen von medizinischen und klinischen Betrieben immer weiter an Bedeutung. Unter Remote Medical Care versteht man die Erbringung konkreter medizinischer Dienstleistungen in Überwindung räumlicher Entfernungen durch Zuhilfenahme moderner Informations- und Kommunikationstechnologien. Die Themen, die in der Vorlesungen behandelt werden, umfassen dabei die

- Vertiefung der in den Bachelorstudiengängen vermittelten informations- und kommunikationstechnischen Grundlagen und deren Anwendung in einem medizintechnischen Kontext
- Erläuterung von Methoden der med. Versorgung und Überwachung von Patienten im häuslichen Umfeld
- med. Beratung durch telemedizinische Dienste
- medizinische Lehr- und Weiterbildung von Patienten und med. Personal durch eLearning und Apps
- Elektronische Patientenakte
- Health Coaching und Apps
- med. Fernversorgung in Katastrophengebieten und Rolle von Geoinformationssystemen
- Einsatz von KI, Robotischen Systemen und Serious Gaming
- Erläuterung verschiedener Finanzierungsmethoden telemedizinischer Dienstleistungen
- rechtlichen und ethischen Folgen dieser technischen Methoden zu verstehen

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage verschiedene Konzepte, Prinzipien und Methoden zu erläutern, die in der medizinischen Fernversorgung in Wissenschaft und Anwendung eingesetzt werden. Dabei wird auch konkret auf Methoden der Realisierung dieser Anwendung sowie derer Finanzierbarkeit eingegangen. Ethische und gesellschaftliche Fragestellungen, die sich im Kontext telemedizinischer Anwendung ergeben, werden diskutiert.

### Description / Content English

Due to demographic changes and the staffing challenges for medical and clinical facilities, remote medical care is gaining in importance. Remote medical care is the provision of specific medical services overcoming spatial distances by modern information and communication technologies.

Topics covered in the lectures include:

- Deepening the information and communication technology fundamentals taught in bachelor's programs and their application in a medical context.
- Explanation of methods for medical care and monitoring of patients in their homes
- Medical consultation through telemedical services
- Medical education and training for patients and medical personnel through e-learning and apps
- Electronic patient records
- Health Coaching and Apps
- Remote medical care in disaster areas and the role of geoinformation systems
- use of AI, robotic systems, and serious gaming
- Explanation of various methods for financing telemedical services
- Understanding the legal and ethical implications of these technical methods.

### Learning objectives / skills English

Students will be able to explain various concepts, principles, and methods used in remote medical care in both scientific and practical contexts. Special attention will be given to the methods of implementing these applications and their affordability. Ethical and societal issues that arise in connection with telemedicine applications will be discussed.

### Literatur

- Neu, C., Kirchner, E.A., Kim, S.-K., Tabie, M., Linn, C., Werth, D. (2018) In Information Systems and Neuroscience NeuroIS Retreat 2018, Springer;
- Lumbantoruan, Deni & Sagala, Albert. (2015). Performance evaluation of OLSR routing protocol in ad hoc network. 10. 1178-1184.
- Chen, M., Gonzalez, S., Vasilakos, A. et al. Body Area Networks: A Survey. Mobile Netw Appl 16, 171–193 (2011).
- Blazek, Vladimir et al., Studies in Skin Perfusion Dynamics: Photoplethysmography and Its Applications in Medical Diagnostics. Springer Singapur, 2021.
- Johannessen, Erik & Wang, Lei & Wyse, Cathy & Cumming, David & Cooper, Jon. (2006). Biocompatibility of a Lab-on-a-Pill Sensor in Artificial Gastrointestinal Environments. Biomedical Engineering, IEEE Transactions on. 53. 2333 - 2340. 10.1109/TBME.2006.883698.
- Cassim (2004): TACMIS: Total Access Care and Medical Information System
- Albrecht, U.-V.: Kapitel Rationale. In: Albrecht, U.-V. (Hrsg.), Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps (CHARISMHA). Medizinische Hochschule Hannover, 2016, S. 2–6. urn:nbn:de:gbv:084-16040811167
- Schleder S, Dendl LM, Niessen C, Stroszczyński C, Schreyer AG: Acceptance of medical apps and ebooks among German radiologists. Radiologe 2017; 57 (9): 752–9
- Hubbard (2013): The Really Useful eLearning Instruction Manual: Your toolkit for putting elearning into practice, Wiley, ISBN: 978-1-118-37589-1
- B. Bergeron, Developing Serious Games, Thomson Delmar Learning, Hingham, Mass, USA, 2006.
- J.A. Magnuson, Paul C. Fu, Jr. (Ed.): Public Health Informatics and Information Systems, sec. Ed., Springer
- Castillo-Léon, Svendsen (2015): Lab-on-a-Chip Devices and Micro-Total Analysis Systems - A Practical Guide, Springer, ISBN: 978-3-319-08687-3
- Savas S. et al (2009): A comprehensive catalogue of functional genetic variations in the EGFR pathway: Protein-protein interaction analysis reveals novel genes and polymorphisms important for cancer research. Int J Cancer,125(6): 1257-65
- J. Augen: Bioinformatics in the Post-Genomic Era Genome, Transcriptome, Proteome, and Information-Based Medicine
- WE Winkler: Overview of Record Linkage and Current Research Directions, 2005
- Ahmed, Z. Practicing precision medicine with intelligently integrative clinical and multi-omics data analysis. Hum Genomics 14, 35 (2020)
- Zöllner, J.P., Wolking, S., Weber, Y. et al. Decision-support-Systeme, Assistenzsysteme und Telemedizin in der Epileptologie . Nervenarzt 92, 95–106 (2021)
- Phillips (2005): Health Economics: An Introduction for Health Professionals, Wiley, ISBN: 978-0-727-91849-9

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Robotik-Anwendungen			
<b>Module title English</b>			
Robotic Applications			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Robotik-Anwendungen			
<b>Course title English</b>			
Robotic Applications			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Bruckmann, Tobias			MB
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
1			2
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Projektergebnisse, Präsentation, Dokumentation der Projektarbeiten			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>In dieser Veranstaltung erlernen die Teilnehmer die Grundlagen zur Realisierung moderner Robotik-Anwendungen. Dazu gehört eine Einführung in Kreativitätstechniken, die systematische Erfassung von Anforderungen an ein System sowie die Konzeptionierung und Umsetzung von automatisierten Lösungen. In der Veranstaltung werden die Grundlagen für die mechatronische Auslegung solcher Systeme erlernt (z.B. Einsatz von Mikrocontrollern, Sensoren und Aktuatoren). Schwerpunkt der Veranstaltung ist die Auslegung und Entwicklung eines Robotersystems in Teamarbeit. Dazu wird in der ersten Vorlesungsstunde eine Aufgabenstellung präsentiert, die von den jeweiligen Teams in Form eines Projekts gelöst werden muss. Während der Veranstaltung muss der Projektfortschritt von den Teams kontinuierlich dokumentiert und präsentiert werden</p> <p>Während des Seminars wird Anwesenheit erwartet. Das unentschuldigte Fehlen kann zum Ausschluss von der Veranstaltung führen!</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind in der Lage, den Einsatz von Automatisierungslösungen mit ihren individuellen Anforderungen zu verstehen, Lösungen zu konzeptionieren und praxisgerecht auszulegen.</p> <p>Weiterhin sind die Studierenden mit dem Einsatz typischer technischer Komponenten von Robotersystemen vertraut. Die Teams lernen, die richtigen Technologien und Methoden zielgerecht einzusetzen und üben die Organisation eines Entwicklungsprojekts sowie die Präsentation der Projektergebnisse.</p>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

In this course, participants learn the basics for realizing modern robotics applications. This includes an introduction to creativity techniques, the systematic collection of requirements for a system, as well as the conceptual design and implementation of automated solutions. In the course, the fundamentals for the mechatronic design of such systems are learned (e.g. use of microcontrollers, sensors and actuators). The focus of the course is the design and development of a robot system in teamwork. For this purpose, a task is presented in the first lecture hour, which must be solved by the respective teams in the form of a project. During the course, the progress of the project must be continuously documented and presented by the teams. During the seminar, attendance is expected. Unexcused absence may lead to exclusion from the event!

### **Learning objectives / skills English**

The students are able to understand the use of automation solutions with their individual requirements, to conceptualize solutions and to design them in a practical manner.

Furthermore, the students are familiar with the use of typical technical components of robot systems.

The teams learn to use the right technologies and methods in a targeted manner and practice organizing a development project and presenting the project results.

### **Literatur**

Siegwart, R., Introduction to Autonomous Mobile Robots. MIT Press, 2004. ISBN 978-0262195027

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Scientific Visualization			
<b>Module title English</b>			
Scientific Visualization			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Scientific Visualization</b>			
<b>Course title English</b>			
Scientific Visualization			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Krüger, Jens			IN
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
6	SoSe	E	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Mündliche Prüfung			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung führt in die Grundlagen der wissenschaftlichen Datenvisualisierung ein. Sie stellt Begriffe und Algorithmen zur effizienten Behandlung diskreter Datenstrukturen vor. Zur Motivation der Visualisierung solcher Daten dienen Beispiele aus der medizinischen Bildgebung und der numerischen Simulation. So werden der Aufbau eines CT-Scanners und die damit erzeugten Datensätze näher erläutert sowie grundlegende Verfahren aus der numerischen Simulation zur Lösung einfacher, gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen beispielhaft dargestellt. Zur Visualisierung skalarer Daten werden direkte Ansätze, wie z.B. Schichtverfahren und Strahlverfolgung, aber auch indirekte Methoden, wie z.B. Marching Squares bzw. Marching Cubes, besprochen. Des Weiteren werden mehrere Verfahren zur Strömungsvisualisierung erläutert, z.B. glyphenbasierte Darstellung, linienbasierte Integrationsmethoden, dichte Strömungsvisualisierung und topologische Methoden.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden lernen in dieser Veranstaltung die grundlegenden Algorithmen moderner Visualisierungssysteme kennen. Sie werden anhand einiger Beispiele aus der medizinischen Bildgebung und dem wissenschaftlichen Rechnen die Herkunft und die Eigenschaften üblicher Datensätze erklären können. Grundlegende Konzepte wie Interpolation, Triangulation und Filtermethoden werden bekannt sein. Sie werden verschiedenen Datentypen passende Visualisierungsansätze zuordnen können. Sie beherrschen die interaktive Darstellung und Analyse von großen skalaren Bild- und Volumendaten, Vektorfeldern, Terraindaten sowie Daten aus weiteren Informationsquellen.

**Description / Content English**

This lecture is an introductory course in scientific data visualization. Particular emphasis is put on the representation and processing of discrete data structures. The course starts with the source of scientific data, such as computed tomography, and numerical approximations to partial differential equations. These methods serve as examples for typical data sources for scientific visualization. The main part of the lecture is concerned with methods for the visualization of scalar and vector valued volumetric datasets. For scalar datasets, the methods covered include slicing, ray casting, marching squares, and marching cubes. For flow fields, concepts such as glyphing, line based, dense, and topological visualization methods are discussed.

### Learning objectives / skills English

Students who attend this lecture will be able to understand and implement state-of-the-art scientific visualization algorithms. They will gain detailed knowledge about the source of typical datasets from both measurements, as well as simulations. They will understand basic concepts such as interpolation, triangulation, and filtering. They will be able to choose the most appropriate visualization technique for a number of scenarios, including analysis of large scalar and vector valued volumes, terrains, and information lacking spatial components.

### Literatur

- Aktuelle Internetliteratur
- Nielson, Hagen, Müller: Scientific Visualization . IEEE Computer Society Press
- Earnshaw, Wiseman: An Introductory Guide to Scientific Visualization. Springer Verlag
- Schumann, Müller: Visualisierung - Grundlagen und allgemeine Methoden. Springer Verlag

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Systemtechnik			
<b>Module title English</b>			
System Technologies			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Systemtechnik</b>			
<b>Course title English</b>			
System Technologies			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehrinheit</b>
Stöhr, Andreas; Schall-Giesecke, Anna Lena			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
5	SoSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		1
<b>Studienleistung</b>			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Mikrosystemtechnik ist eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Produkte mit mikrosystemtechnischen Komponenten erobern immer mehr Anwendungsbereiche im täglichen Leben und sind in ihren Potentialen hinsichtlich Funktionalität und Wirtschaftlichkeit aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Neue Anwendungsfelder werden erschlossen durch Skalierung der Strukturen in den Nanometer-Bereich. Die Vorlesung Mikro- und Nanosystemtechnik erlaubt einen Einblick in dieses spannende interdisziplinäre Gebiet mit seiner Vielfältigkeit und vermittelt dem angehenden Ingenieur das Grundwissen für einen späteren Einstieg in dieses Berufsumfeld.</p> <p>Folgende Themenbereiche werden von der Vorlesung behandelt:</p> <p>I. Mikrotechniken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bulkmikromechanik (isotropes und anisotropes nasschemisches Ätzen, Plasma-Tiefenätzen)</li> <li>- Oberflächenmikromechanik und andere Mikrotechniken (Opferätztechnik, Epi-Polysilizium, SOI, Sticking-Problematik, Vergleich unterschiedlicher Mikro- und Nanostrukturtechniken)</li> </ul> <p>II. Mikrosensoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermische Sensoren (Thermistoren, PT-Sensor, integrierte Temperatursensoren, Anemometrie, Luftmassensensor)</li> <li>- Mechanische Sensoren (piezoresistive und kapazitive Drucksensoren, Beschleunigungssensoren, Drehratensensoren)</li> <li>- Sensoren für Strahlung (CMOS-Bildsensor, CCD, IR-Sensor, Teilchendetektoren)</li> <li>- Magnetfeldsensoren (Spinning-current Hallplate, Magneto-resistivität)</li> <li>- Chemische und Biosensoren (Chemisch sensitive FETs, SAW-Sensoren, DNA-Chip)</li> <li>- Skalierung von Sensorstrukturen in den Nanometerbereich</li> </ul> <p>III. Mikroaktoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mikroaktoren (Wirkprinzipien, Mikrospiegel, Mikrostimulatoren)</li> <li>- Mikrofluidik (Mikroventile, Mikropumpen, implantierbares Medikamentendepot, Lab-on-a-Chip)</li> </ul> <p>IV. Systemtechniken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwurf, Simulation und Test (Entwurfsmethodik, Simulation, Test- und Prüfverfahren)</li> <li>- Integrationstechniken (monolithische und hybride Integration, Aufbau- und Verbindungstechnik und Gehäusetechnik für Mikro- und Nanosysteme)</li> </ul> <p>Inhalt der Übungen: Vertiefende praktische Aufgaben und Beispiele zum Stoff der Vorlesung</p>

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden kennen die Prinzipien und Techniken der Mikro- und Nanosystemtechnik und ihre Einsatzmöglichkeiten/Beschränkungen,  
sie verstehen einzelne Mikrokomponenten und ihre Wirkprinzipien,  
sie verstehen die grundlegenden Systemtechniken und die komplexe wechselseitige Beeinflussung der Komponenten,  
sie haben System-Know-how zur Integration der Einzelteile in Design und Herstellung.

### Description / Content English

Micro system engineering is a key technology of the 21st century. Products with microsystem technology seize more and more application areas in daily life and we can't imagine life without them, because of their potential for functionality and economic viability. New application areas are opened up through the scaling of structures in the fields of nanometer. The lecture micro and nano system engineering provides an insight into this exciting interdisciplinary field with its diversity and conveys a basic knowledge to the prospective engineer for the later entry in this occupational field.

Following topics will be handled in this lecture:

I. Micro techniques:

- Bulk micromechanics (isotropic and anisotropic wet chemical etching, plasma-deep etching)
- Surface-micromechanics and other micro techniques (Epi-Polysilizium, SOI, Sticking-Problematik, comparison of different micro and nano structure techniques)

II. Micro sensors:

- Thermic sensors (thermistors, PT-sensors, integrated temperature sensors, anemometer, mass flow sensor)
- Mechanical sensors (piezoresistive and capacitive pressure sensors, accelerometers, angular rate sensors)
- Sensors for radiance (CMOS-imaging-sensor, CCD, IR-sensor, particle detector)
- Magnetic field sensor (spinning-current hallplate, magnetoresistivity)
- Chemical and bio sensors (chemical sensitive FETs, SAW-sensors, DNA-chip)

Scaling of sensor structures in nanometers

III. Mikroaktoren:

- Mikroaktoren (operating principle, micro mirrors, micro stimulation)
- Microfluidics (Micro vents, Micro pumps, implantable medicine depot, Lab-on-a-Chip)

IV. System techniques:

- Design, simulation and test methods (design methodology, simulation, Test- und test method)
- Integration technology (monolithic and hybride integration, Integrated circuit packaging and packaging technique for micro- und nanosystems)

Content in the exercises:

In-depth practical tasks and examples to the content of the lecture

### Learning objectives / skills English

The students know the principles and techniques of micro and nano system engineering and their possible applications / limitations, they understand particular micro components and their active principles, they understand the basic system techniques and the complex mutual impact of components, they have system-know-how for the integration of component parts in design and production.

### Literatur

- M. J. Madou: Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, ISBN: 0-8493-0826-7
- M. Gad-el-Hak: The MEMS Handbook, CRC Press, ISBN: 0-8493-0077-0
- W. Menz, J. Mohr: Mikrosystemtechnik für Ingenieure, VCH, ISBN: 3-527-29405-8
- U. Mescheder: Mikrosystemtechnik, B.G. Teuner, ISBN: 3-519-06256-9
- G. Gerlach, W. Dötzel: Grundlagen der Mikrosystemtechnik, Hanser, ISBN: 3-446-18395-7

<b>Modulname laut Prüfungsordnung</b>			
Übertragungssysteme			
<b>Module title English</b>			
Transmission systems			
<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Übertragungssysteme Praktikum</b>			
<b>Course title English</b>			
Transmission Systems Lab			
<b>Verantwortung</b>			<b>Lehreinheit</b>
Czylwik, Andreas			ET
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
3	WiSe	D	
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		2	
<b>Studienleistung</b>			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Modul-Klausur			
<b>Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Einzelne Teile eines Übertragungssystems werden messtechnisch analysiert. Den Schwerpunkt bilden digitale Übertragungssysteme. Begriffe wie das signalangepasste Filter, das Augendiagramm sowie digitale Modulation das werden mit praktischen Schaltungen veranschaulicht.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Absolventen haben praktische Erfahrungen mit analogen und digitalen Übertragungssystemen gewonnen. Sie verstehen den Zusammenhang zwischen den mathematischen Grundlagen und der praktischen schaltungstechnischen Realisierung.

<b>Description / Content English</b>
Individual parts of a transmission system are analyzed using measurement technology. The focus is on digital transmission systems. Concepts such as the signal-matched filter, the eye diagram and digital modulation are illustrated with practical circuits.
<b>Learning objectives / skills English</b>
Graduates have gained practical experience with analog and digital transmission systems. They understand the connection between the mathematical principles and the practical circuit realization.

<b>Literatur</b>
Versuchsbeschreibungen werden zur Verfügung gestellt.