



# Modulbeschreibung

## **M.Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik PO19 Medizinische Elektronik**

Stand: November 2022

# Modul- und Veranstaltungsverzeichnis

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Aktive elektronische Implantate</b>			
<b>Course title English</b>			
Active Electronic Implants			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</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, ...).
<b>Learning objectives / skills English</b>
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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Ausgewählte Kapitel der Medizintechnik****Course title English**

Selected Topics of Medical Engineering

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
1	WS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1			
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

In dieser als Ring-Vorlesung konzipierten Lehrveranstaltung des dritten Semesters geben Referentinnen und Referenten aus Forschung und Industrie einen Einblick in die Forschungs- und Berufsfelder der Medizintechnik anhand von Erzeugnissen, Prozessen oder Systemen aus der Medizintechnik.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind in der Lage die wichtigsten Branchen und Forschungsgebiete der Medizintechnik zu benennen. Diese Erkenntnisse unterstützen Studierenden hinsichtlich ihres beruflichen Selbstverständnisses und ggf. im Rahmen erster Entscheidungsschritte bezüglich einer Weiterqualifikation oder der beruflichen Karriere.

**Description / Content English**

This third term lecture series given by various contributors provides an insight into research areas and professional fields of biomedical engineering. Examples are given encompassing advanced biomedical artifacts, systems and processes.

**Learning objectives / skills English**

Based on this course the students are capable to name the relevant industrial sectors and research areas of biomedical engineering. This insights will foster the student's self-image as prospective biomedical engineers and support the decision-making in their future academic and/or professional career.

**Literatur**

Wiki-Link: <http://de.wikipedia.org/wiki/Medizintechnik>

Wiki-Link: [http://en.wikipedia.org/wiki/Biomedical\\_engineering](http://en.wikipedia.org/wiki/Biomedical_engineering)

**Kursname laut Prüfungsordnung**

Bildsignaltechnik

**Course title English**

Image Signals Technology

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Grundlagen

- Größen und Einheiten der Lichttechnik
- Prinzip der elektronischen Bildaufnahme, übertragung und Wiedergabe
- Grenzen des menschlichen Gesichtssinns
- Nutzung der Grenzen des Gesichtssinns zur Irrelevanzreduktion

Lineare Bildverzerrungen durch Abtast- und Wiedergabeorgane

Die Fourier-Transformation zweidimensionaler Signale

Die zweidimensionale Abtastung

Das Videosignal

Farbmehrheit

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Verständnis von mehrdimensionalen Signalen am Beispiel von Bildsignalen. Fähigkeit mit Bildsignalen zu rechnen, grundlegende Effekte zu erkennen und mit mehrdimensionalen Signalen im zeit- und Frequenzbereich umzugehen. Fähigkeit Übertragungssysteme für Farbbildsignale weiter zu entwickeln und dimensionieren.

**Description / Content English**

Fundamentals

- Units and quantities of photometry
- Principle of the electronic image recording, transmission and reproduction
- Limits of the human visual system
- The use of limits of the human visual system for irrelevancy reduction

Linear image distortions by detection and reproduction devices

The Fourier-Transformation of two- and multidimensional signals

The two- and multidimensional sampling

The videosignal

Colourimetry

**Learning objectives / skills English**

Understanding of multidimensional signals using the example of image signals. Ability to calculate with image signals, to recognize basic effects and to deal with multi-dimensional signals in time and frequency domains. Ability to do development and dimensioning on the field of color image signal transmission systems.

**Literatur**

- Bernath, K.W.: Grundlagen der Fernseh-System und Schaltungstechnik, Verlag: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg ... 1982

- Bernath, K.W.:Technik des Fernsehens, Verlag: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg ... 1986
- Dillenburger, W.: Einführung in die Fernsehtechnik, Band 1 und 2, Verlag: Schiele & Schön, Berlin 1975
- Lang, Heinwig : Farbmehrheit und Farbfernsehen, Verlag: Oldenbourg, München 1978
- Mäusl, Rudolf : Fernsehtechnik, Verlag: Hüthig, Heidelberg 1991
- Morgenstern, B.: Farbfernsehtechnik, Verlag: Teubner, Stuttgart 1989
- Richter, Manfred : Einführung in die Farbmehrheit, Verlag: deGruyter, 1981
- Schönfelder, H.: Fernsehtechnik Teil 1 und 2, Verlag: Justus von Liebig Verlag, Darmstadt 1973
- Schröder, H.: Mehrdimensionale Signalverarbeitung, Verlag: B.G. Teubner, Stuttgart 1998
- Schröter, F.; Theile, R.; Wendt, G.: Fernsehtechnik, 1.Teil, 2.Teil, Verlag: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg ... 1956
- Telefunken, verschiedene Autoren: Farbfernsehtechnik, Band I und II, Verlag: Elitera, Berlin 1973
- Theile, R.: Fernsehtechnik Band 1, Verlag: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg ... 1973
- Welland, K.: Farbfernsehen, Verlag: Franzis-Verlag, München 1966
- Wendland, Broder : Fernsehtechnik Band 1: Grundlagen, Verlag: Hüthig, Heidelberg 1988
- Wendland, Broder; Schröder, Hartmut : Fernsehtechnik Band 2, Verlag: Hüthig, Heidelberg 1991
- Cattermole, Kenneth W.: Determinate theory of signals and waves 1985
- Papoulis, Athanasios: Systems and transforms with applications in optics, Verlag: McGraw-Hill, New York 1968
- Dudgeon, Dan E.: Multidimensional digital signal processing, Verlag: Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1984
- Crochiere, Ronald E., Lawrence, Rabiner: Multirate digital signal processing, Verlag: Prentice Hall, Englewood Cliffs 1983

**Kursname laut Prüfungsordnung****Bioelectromagnetics****Course title English**

Bioelectromagnetics

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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 &laquo;Grassroot Electromagnetics&raquo;. Die Vorlesung beinhaltet die folgenden Themenstellungen:

- Nichtionisierende elektromagnetische Felder in der Biosphäre
- Elektromagnetische Felder in der öffentlichen Wahrnehmung
- Regulationen und Grenzwerte
- Feldgrößen
- Das biologische Substrat (Gewebemodelle)
- Wechselwirkungsszenarien
- Computational bioelectromagnetics
- Experimental electromagnetic field exposure assessment
- Aktuelle Forschungsfelder im Rahmen von Bioelectromagnetics

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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 grassroot 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. Froehlich, 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.

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>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Biosignalanalyse und Mustererkennung</b>			
<b>Course title English</b>			
Biosignal analysis and pattern recognition			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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 nachrichtentechnischen 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.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

**Description / Content English**

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 Brening, 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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Cloud, Web & Mobile****Course title English**

Cloud, Web &amp; Mobile

<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

In dem Modul werden theoretische und praktische Aspekte des Cloud-Computing betrachtet. Die Vorlesung besteht aus zwei Themenblöcken. Im ersten Block des Moduls werden Algorithmen, Architekturen und Programmiermodelle für Cloud Systeme und Cloud-basierte Anwendungen besprochen. Hierbei werden zwei Perspektiven betrachtet: die des Cloud-Providers und die des Cloud-Anwendungsentwicklers. Im zweiten Block werden Front-End Technologien und deren Verzahnung mit Cloud-Anwendungen vorgestellt. Unter anderem werden hier Web Technologien und mobile Betriebssysteme (darunter Android und Windows Phone 7) vorgestellt. Die Vorlesung hat hierbei einen großen praktischen Bezug. In den übungen werden die vorgestellten Konzepte auch an kleinen Beispielen ausprobiert.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden verstehen Architekturen und Algorithmen, die es einem Rechenzentrums-Betreiber erlauben hoch-skalierbare und verlässliche Anwendungen auf Rechner Clustern auszuführen. Sie können Anwendungen entwickeln, welche auf solchen Plattformen ausgeführt werden können. Die Studierenden wissen, wie Abrechnungsmodelle/Kostenmodelle für Cloud-Computing aussehen und welche Arten von Anwendung sich hierfür eignen. Sie besitzen Kenntnisse über Front-End Technologien, welche die Cloud-Anwendungen Endnutzern zugänglich machen, z.B. Web Technologien oder mobile Anwendungen.

**Description / Content English**

This lecture presents theoretical and practical aspects of cloud computing. The lecture is divided in two parts. The first part of the lecture introduces algorithms, architectures and programming models for cloud computing and cloud-based applications. Here both, the point of view of the cloud provider and the point of view of the cloud application developer, are considered.

In the second part of the lecture front-end technologies and their usage in combination with cloud applications are presented. This includes web technologies and mobile operating systems (including Android and Windows Phone 7). The concepts presented in the lecture will be used in the exercises.

**Learning objectives / skills English**

The students know and understand architectures and algorithms that enable datacenter operators to run highly scalable and reliable applications on computer clusters. They are able to develop applications that can be run on corresponding platforms. The students know common payment- and pricing-models for cloud computing as well as which model suits which application. They gained knowledge about front-end technologies that enable the usage of cloud applications for end-users, e.g. web technologies and mobile applications.

**Literatur**

- L. Lamport: Paxos made simple. <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/lamport/pubs/paxos-simple.pdf>

- Google: Paxos made live – an engineering perspective. [http://labs.google.com/papers/paxos\\_made\\_live.html](http://labs.google.com/papers/paxos_made_live.html)
- Google: Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data.  
<http://labs.google.com/papers/bigtable.html>
- Google: The Google File System. <http://labs.google.com/papers/gfs.html>
- S. Gilbert, N. Lynch: Brewer's Conjecture and the Feasibility of Consistent, Available, Partition-Tolerant Web Services
- C. Petzold: Programming Windows Phone 7. [http://download.microsoft.com/download/5/0/A/50A39509-D015-410F-A8F2-A5511E5A988D/Microsoft\\_Press\\_ebook\\_Programming\\_Windows\\_Phone\\_7\\_PDF.pdf](http://download.microsoft.com/download/5/0/A/50A39509-D015-410F-A8F2-A5511E5A988D/Microsoft_Press_ebook_Programming_Windows_Phone_7_PDF.pdf)

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Computer / Robot Vision			
<b>Course title English</b>			
Computer / Robot Vision			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

### Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Veranstaltung behandelt Methoden zur Extraktion von geometrischen Strukturen aus Einzelbildern und bei dynamischen Szenen die Erfassung und Charakterisierung der Objektbewegungen aus Bildfolgen. Für Robotik-Anwendungen werden Methoden zur Kameramodellierung, und darauf basierend Methoden zur 3D Hindernislokalisierung und zur automatisierten 3D Szenenrekonstruktion behandelt. Inhalte im Einzelnen:

- Einführung (Anwendungen, Verarbeitungsablauf)
- Medium-Level Strukturextraktion (Geraden, Konturen, Aktive Konturen, Hough-Transformation)
- Kameramodellierung (Linsen, Kamermerkmale, Projektionsmodelle, Bildentstehung, Kamerakalibrierung)
- Bildfolgenanalyse (änderungsdetektion, Objektverfolgung, Optischer Fluss, Korrespondenzanalyse)
- Hindernisdetection und Kartenerstellung (Objektlokalisierung, Kameralokalisierung, Dynamische Szenenrekonstruktion)

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen die zu zugrunde liegenden mathematischen Ansätze verstehen und unter Verwendung einer Computer Vision Plattform entsprechende Verfahren implementieren, sowie über die Eignung ausgewählter Computer/Robot Vision Verfahren für bestimmte Aufgabenstellungen urteilen können.

### Description / Content English

The course treats methods for extraction of geometric structures from single images and for dynamic scenes the extraction and characterisation of object movements from image sequences. For robot applications, methods for camera modelling, 3D obstacle localisation, and automatic 3D scene reconstruction are treated. Contens at a glance:

- Introduction (applications, processing steps)
- Medium-level processing (extraction of lines and contours, snakes, Hough transformation)
- Camera modelling (lenses, projections, calibration, image formation)
- Image sequence analysis (change detection, object tracking, optical flow, feature matching)
- Obstacle detection and map building (object and camera localisation, dynamic scene reconstruction)

### Learning objectives / skills English

The students should understand the basic mathematics, be able to implement certain approaches on a Computer Vision platform, and judge the qualification of selected Computer/Robot Vision approaches for certain tasks.

## Literatur

- D. Forsyth: Computer Vision - A Modern Approach; Prentice Hall, 2002.
- R. Hartley, et al.: Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press, 2004.
- N. Paragios, Y. Chen: Handbook of Mathematical Models in Computer Vision, Springer, 2006.
- S. Prince: Computer Vision - Models, Learning, Inference, Cambridge University Press, 2012.
  
- R. Szeliski: Computer Vision - Algorithms and Applications, Springer, 2011.
- E. Trucco, et al.: Introductory Techniques for 3D Computer Vision; Prentice Hall, 1998.
- Ausgewählte Zeitschriftenartikel.
- Aktuelle eigene Artikel sowie Bachelor-/Master-/Doktorarbeiten.

**Kursname laut Prüfungsordnung****Dielektrische und magnetische Materialeigenschaften****Course title English**

Dielectric and Magnetic Material Properties

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

In dieser Veranstaltung werden die theoretischen Grundlagen zum Verständnis der dielektrischen und der magnetischen Materialeigenschaften gelehrt. Es werden die den dielektrischen Materialien zugrunde liegenden Polarisationsmechanismen anhand von Modellen erläutert. Der Magnetismus wird auf der Basis atomarer Vorgänge beschrieben. Hysteresebehaftete dielektrische und magnetische Materialien werden ebenso diskutiert wie nichtlineare Prozesse. Parallelen zwischen beiden Materialklassen werden aufgezeigt. Anwendungsbeispiele aus der Energietechnik (Isolatoren), der Mikro- und Nanoelektronik (Isolatoren, Ladungsspeicher, magnetische Speicher Sensoren) und der Nanooptoelektronik (Wellenleiter, Metamaterialien) werden diskutiert und unter nanospezifischen Gesichtspunkten erläutert.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Im Anschluss an diese Vorlesung ist die oder der Studierende in der Lage, das makroskopische dielektrische und magnetische Verhalten von Werkstoffen und Nanostrukturen anhand atomarer Vorgänge zu erklären. Sie oder er kann die unterschiedlichen Materialien nach verschiedenen Gesichtspunkten sortieren. Für definierte Anwendungen kann sie oder er geeignete Materialien und Materialkombinationen auswählen.

**Description / Content English**

The content of this lecture are the fundamentals of dielectric and magnetic materials. For the dielectric materials the mechanisms of the polarisation will be discussed. The magnetismus will be explained on the atomic basis. Correlations between both material classes will be shown and examples of applications will be discussed.

**Learning objectives / skills English**

The students are able to explain the macroscopic behaviour of the different material classes on ther basis of their atomic structure. They can find for each application the right material.

**Literatur**

- 1) W. Kowalsky: Dielektrische Werkstoffe der Elektrotechnik und Photonik, B. G. Teubner Stuttgart 1994
- 2) G. Fasching: Werkstoffe der Elektrotechnik, Springer-Verlag 1994
- 3) E. Ivers-Tiffée, W. von Münch: Werkstoffe der Elektrotechnik, B. G. Teubner 2004
- 4) W. v. Münch: Elektrische und magnetische Eigenschaften der Materie, B. G. Teubner 1987
- 5) K. Kopitzki: Einführung in die Festkörperphysik, B. G. Teubner 1993
- 6) J. F. Nye: Physical properties of crystals, Oxford Science Publications 1985
- 7) Ch. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik, Oldenburg Verlag 2002
- 8) S. Chikazumi: Physics of Magnetism, Robert E. Krieger Publishing Company, 1978
- 9) R. Waser [Ed.], Nanoelectronics and Information Technology, Advanced Electronic Materials and Novel Devices, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2003



**Kursname laut Prüfungsordnung****Digitale Schaltungstechnik****Course title English**

Digital Circuit Technology

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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. Ein abschließendes Kapitel widmet sich den FPGAs. Ihre Architektur wird vorgestellt und die Vorgehensweise bei der Schaltungsimplementierung anhand von einigen Beispielen vermittelt.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

Der Student kennt die Architektur von FPGA Bausteinen und weiß wie logische Schaltungen in diesem implementiert werden.

**Description / Content English**

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. Auflage, Pearson Addison Wesley

**Kursname laut Prüfungsordnung****Einführung in die Bioelektronik****Course title English**

Introductory Bioelectronics

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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 Interfacelektronik 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.

In zwei Gastvorlesungen werden „state-of-the-art“ medizinische Implantate und ein Biosensor zur Glukosemessung beschrieben.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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

- elektronische Prinzipien und Techniken für biologische und medizinische Anwendungen zu verstehen
- einen Überblick über Biosensoren und deren Anwendungen zu haben, und
- ein Verständnis der Herausforderungen, Limitationen und Trends der Bioelektronik zu entwickeln.

**Description / Content English**

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.

In two guest lectures state-of-the-art medical implants and a biosensor for Glucose measurement will be described.

**Learning objectives / skills English**

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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Einführung in die MRT****Course title English**

Introduction to MRI

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</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 interdisziplinäreren 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 & derivates)
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,  
<http://www.healthcare.siemens.de>

Magnete, Fluss und Artefakte – Grundlagen, Techniken und Anwendungen der Magnetresonanztomographie, Siemens AG, Medical Solutions, Druck-Nr. MR-07001.643.01.01.01, 149 Seiten,  
<http://www.healthcare.siemens.de>

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, <http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/>

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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Entwurf digitaler Systeme für FPGAs Praktikum****Course title English**

Design of Digital Systems for FGPA Lab

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		3	

**Prüfungsleistung**

Die Endnote setzte sich aus folgenden Teilleistungen zusammen:

Praktischer Teil:

- erfolgreich absolvierte Praktikumstermine
- Vorbereitungsaufgaben

Schriftlicher Teil:

- 90min Klausur

Das gesamte Praktikum gilt nur als bestanden, wenn jede einzelne Teilleistung erfolgreich bestanden wurde.

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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.

Inhalte der einzelnen Versuchsmodule:

1. Einführung in das ISE Xilinx Entwicklungstool / Einführung Verilog
2. Entwicklung eines Taktteilers
3. Ansteuerung einer Sieben-Segmentanzeige
4. Ansteuerung eines LCD-Moduls
5. Entwicklung eines UART-Moduls
6. Entwicklung eines SPI-Controllers und Ansteuerung eines Beschleunigungssensors

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Der Student hat die Grundlagen von Verilog erlernt. Er versteht 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.

### Description / Content English

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-seq 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 student is familiar with the basics of Verilog. He understands the concepts of combinational and sequential logic. State-machines can be created and used for complex controlling problems. He can handle the ISE Xilinx design-tool and test the written program on an FPGA-Board.

### Literatur

1. Advanced FPGA Design, S Kilts
2. Verilog by example, B. C. Readler

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Fahrzeugtechnik</b>			
<b>Course title English</b>			
Vehicle Technology			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Schriftliche Klausur (120 min)			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Fahrzeugtechnik ist heute einer der wichtigsten technischen Bereiche, in dem die Mechatronik als Entwicklungskonzept für technische Produkte umgesetzt wird. Das Automobil stellt dabei ein mechatronisches Gesamtsystem dar, welches neben mechanischen Teilsystemen wie Fahrwerk oder Antriebsstrang auch nichtmechanische Systemkomponenten wie Regler, Sensoren, Bremshydraulik sowie die gesamte Informationsverarbeitung umfasst. Für die Vorlesung ergibt sich vor diesem Hintergrund folgender inhaltlicher Aufbau: Grundlagen der Fahrzeugmechanik; Modellierung von Fahrzeugkomponenten (Rad-Straße-Kontakt, Antriebsstrang); Modellierung der Längs-, Quer- und Vertikaldynamik eines Kraftfahrzeuges mit besonderem Fokus auf dem linearen Einspurmodell; Anwendungen der Fahrdynamiksimulation auf unterschiedliche konkrete Fragestellungen aus der Fahrzeugsystemtechnik; Einführung in Funktion und Entwicklung von Fahrdynamikregelsystemen (wie z.B. ABS, ASR, ESP, ACC) und Fahrerassistenzsystemen.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden kennen und verstehen den Aufbau, die Funktion und das Zusammenwirken der Systeme und Komponenten eines Kraftfahrzeugs.

<b>Description / Content English</b>
Today, automotive engineering is one of the most important technical areas in which mechatronics is implemented as a development concept for technical products. The automobile represents an overall mechatronic system, which, in addition to mechanical subsystems such as chassis or drive train, also includes non-mechanical system components such as controllers, sensors, brake hydraulics and the entire information processing system. Against this background, the lecture is structured as follows: basics of vehicle mechanics; modelling of vehicle components (wheel-road contact, drive train); modelling of longitudinal, transverse and vertical dynamics of a vehicle with a special focus on the linear single-track model; applications of vehicle dynamics simulation to different concrete questions from vehicle system technology; introduction to the function and development of vehicle dynamics control systems (e.g. ABS, ASR, ESP, ACC) and driver assistance systems.
<b>Learning objectives / skills English</b>
Students will know and understand the construction, the functions and the interaction of the systems and components of the vehicle.

<b>Literatur</b>
- Eigenes Manuskript/Foliensatz
- Mitschke, M.; Wallentowitz, H.: Dynamik der Kraftfahrzeuge.

- Gillespie, Th. Fundamentals of Vehicle Dynamics SAE, 1992
- Schramm, D. et al.: Fahrzeugtechnik. Technische Grundlagen aktueller und zukünftiger Kraftfahrzeuge De Gruyter Oldenbourg, 2017
- Schramm, D. et al.: Vehicle Dynamics Springer Verlag, 2018 also available in German and Chinese Language

**Kursname laut Prüfungsordnung****Höchstfrequenz- und Terahertz-Halbleitertechnologien****Course title English**

High frequency and terahertz semiconductor technologies

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
3	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Veranstaltung vertieft die technologischen Verfahren zur Herstellung von nanostrukturierten Materialien und Komponenten und die zugehörigen Analysemethoden an aktuellen Beispielen aus der Bauelementerstellung. Dies beinhaltet:

- Moderne Wachstumstechniken für monoatomlagengenaue Schichtdeposition wie Metallorganische-Gasphasenepitaxie (MOVPE) und Molekularstrahlepitaxie (MBE), bezüglich Zusammensetzung, Kontrolle der Schichtdicke und Dotierung.
- Nutzung von Selbstorganisationsmechanismen und Templateprozessen.
- Fortgeschrittene hochauflösende Lithographieverfahren zur Erzeugung nanoskaliger Strukturen (Elektronen-Röntgenstrahl- sowie Rastersonden-Lithographie).
- Mikro- und nano-elektronische Fertigungstechniken für elektronische und optoelektronische Nanokomponenten, u.a. für Höchstfrequenzanwendungen.
- Laterale und vertikale Verarbeitung von Epitaxie-Filmen, Isolierschichten und Metallisierungen bis hin zu monolithisch integrierten nanoelektronischen Schaltungen.
- Zerstörungsfreie Analyse der Nanostrukturen und Bauelemente durch hochauflösende Röntgenstrahl-Beugung und durch die Nutzung der Wechselwirkung von Elektronensonden mit den Materialien.
- Analyseverfahren mit mechanischen Sonden (Raster-Tunnel- und die Raster-Kraft-Mikroskopie)

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind fähig, den Brückenschlag von grundlegenden Konzepten bei der Herstellung und Charakterisierung von Nanostrukturen zur konkreten Anwendung in der Fabrikation elektronischer und optoelektronischer Nanokomponenten vorzunehmen.

**Description / Content English**

The lecture should improve the knowledge on the technological procedures to fabricate nano-structured materials and components as well as the accompanying analysis methods with help of actual examples from the electronic device production.

This contains:

- Modern growth technologies for layer deposition in the range of mono-atom-layers like metal-organic vapour phase epitaxy (MOVPE) and molecular beam epitaxy (MBE), with regard to composition, control of the layer thickness and doping.
- Use of self organization mechanisms and template processes.
- Advanced high-resolution lithography procedures for the production of nano-scaled structures (electron beam, X-ray as well as scanning force lithography).
- Micro- and nano-electronic fabrication techniques for electronic and opto-electronic nano-components, e.g. for high frequency applications.

- Lateral and vertical processing of epitaxial films, insulating layers and metallisations up to monolithic integrated nano-electronic circuits.
- Non destructive analysis of nano-structures and devices by high-resolution X-ray diffraction and by the use of the interaction of electron probes with the materials.
- Analysis methods with mechanical probes (scanning tunneling and the scanning force microscope)

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

The students are able to transfer the basic concepts concerning the fabrication and characterization of nano-structures to real applications like the fabrication of electronic and opto-electronic nano-components.

#### **Literatur**

- 1 E.H.C.Parker (ed.): The technology and Physics of Molecular Beam Epitaxy, New York, Plenum Press 1985
- 2 G.B.Stringfellow: Organometallic Vapor-phase epitaxy; Academic Press, San Diego, 1989

**Kursname laut Prüfungsordnung****How to protect your innovations****Course title English**

How to protect your innovations

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
2	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			2

**Prüfungsleistung**

Einschließlich einiger Fragen, wie man gewerbliches Schutzrecht beantragt, aufreht erhält und durchsetzt.

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Dieses Seminar deckt alle Aspekte des Gewerblichen Rechtsschutzes ( Intellectual property law- IP law) für Bachelor und Master Studenten aller Fachrichtungen ab und wird als nicht-technisches Fach angeboten.

Themen des Seminars sind:

- Grundsätzliche Informationen über Schutzrechte, einschließlich einem Überblick über Patente, Gebrauchsmuster, Design Rechte, Handelsmarken etc.
- Was kann geschützt werden?
- Woher bekomme ich Informationen über Schutzrechte? Was kann ich mit diesen Informationen anfangen?
- Informationsmanagement
- Wie beantrage ich ein Schutzrecht?
- Veranschaulichende Beispiele für Schutzrechte wie Patente, etc.
- Andere Schutzrechte – strategische Betrachtung
- Internationales IP Law – Schutzrechte im Ausland
- Verwertung von Schutzrechten

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studenten sollen ein grundsätzliches Verständnis der Gewerblichen Schutzrechte haben und wissen:

- Welches Schutzrecht ist für welchen Aspekt der eigenen Idee geeignet?
- Welche Unterstützung kann ich bei wem erhalten?
- Worauf habe ich vor und nach der Anmeldung eines Schutzrechtes zu achten?
- Wie kann ich mein Schutzrecht durchsetzen?

**Description / Content English**

The seminar covers all aspects of intellectual property law ( IP law) for bachelor and master students of all courses as well as for students of other courses and is offered as non-technical subject. Topics of the seminar are:

- Basic information about protective rights including an overview over patents, utility models, design rights, trademarks etc.
- What can be protected?
- Where can I obtain information as to such protective rights? What can I do with such information?
- Information Management
- How to apply for a protective right?
- Illustrative examples for protective rights such as patents, etc.
- Other protective rights – strategic considerations
- International IP Law – IP rights abroad
- Exploiting IP-rights

### Learning objectives / skills English

The students should have a basic understanding of the system of IP Rights and should know:

- Which IP right protects which aspect of my innovation?
- Who can help me concerning IP rights?
- What do I have to take care of before and after filing an IP right application?
- How can I enforce my IP right?

### Literatur

- Information from the German Patent Office: Download from: [www.dpma.de](http://www.dpma.de)
- Information from the European Patent Office: Download from: [www.european-patent-office.org](http://www.european-patent-office.org)
- Information from the WIPO: Download from the WIPO.org
- Dieter Rebel, Industrial property rights, Carl Heymanns Verlag 2007
- Handbook of Industrial Property Rights, loose-leaf-collection, Carl Heymanns Verlag

**Kursname laut Prüfungsordnung****Information Mining****Course title English**

Information Mining

<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
3	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Information Mining beschäftigt sich mit dem Extrahieren von impliziten, noch unbekannten Informationen aus Rohdaten (Data Mining) bzw. Texten (Text Mining). Dazu sollen Computer in die Lage versetzt werden, Datenbasen automatisch nach Gesetzmäßigkeiten und Mustern zu durchsuchen und einen Abstraktionsprozess durchzuführen, der als Ergebnis aussagekräftige Informationen liefert. Das maschinelle Lernen stellt dafür die Werkzeuge und Techniken zur Verfügung.

Inhalte im Einzelnen:

- Ein- und Ausgabe
- Algorithmen: Klassifikation, numerische Vorhersage, Assoziationen, Clustering
- Evaluierung von Data-Mining-Methoden
- Implementierung: Maschinelles Lernen in der Praxis
- Aufbereitung der Ein- und Ausgabe
- Data Mining für zeitabhängige Daten
- Data Mining für soziale Netze
- Text-Clustering: flaches/hierarchisches Clustering, Evaluierung, Optimum Clustering Framework
- Text-Klassifikation

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Studierende sollen die theoretischen Grundlagen von Information Mining-Methoden verstehen, diese Methoden beherrschen, entsprechende Evaluierungsverfahren anwenden können sowie Möglichkeiten und Grenzen solcher Methoden beurteilen können.

**Description / Content English**

Information Mining deals with the extraction on implicit information from raw data (Data Mining) or text (Text Mining). The goal is the development of methods for analyzing databases and discovering useful information by means of abstraction. For this purpose, machine learning methods are applied.

Contents:

- Input and Output
- Algorithms: Classification, Numeric Prediction, Associations, Clustering
- Evaluation of Data Mining Methods
- Implementations: Real machine learning schemes
- Transformations: Engineering the input and output
- Data Mining on Time-dependent Data
- Data Mining for Social Networks
- Text clustering: flat/hierarchic Clustering, Evaluation, Optimum Clustering Framework

- Text classification

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

Students will understand the theoretic concepts underlying information mining methods, be able to apply these methods and evaluate the outcome. Furthermore, they will understand the possibilities and limitations of these methods.

### **Literatur**

- Ian Witten, Eibe Frank, Mark Hall: Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, Morgan Kaufman, 2011.
- Gary Miner, John Elder IV, Thomas Hill, Robert Nisbet, Dursun Delen, Andrew Fast: Practical Text Mining and Statistical Analysis for Non-structured Text Data Applications. Academic Press, 2012.
- Trevor Hastie , Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer, 2009
- Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan and Hinrich Schütze, Introduction to Information Retrieval, Cambridge University Press. 2008.

**Kursname laut Prüfungsordnung****Innovationsmanagement****Course title English**

Management of Innovations

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
2	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Im Mittelpunkt der Veranstaltung stehen die Erfolgsfaktoren des Innovations-management, angefangen im nationalen Vergleich, in den (industriellen) Unternehmen bis hin zu der einzelnen kreativen Person. Das Management von Innovationen zielt nicht nur auf Produktinnovationen ab, sondern auch auf neue Strukturen, Abläufe, Führungsverhalten oder neue Anreizsysteme.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden kennen die Grundlagen und Einflussfaktoren des Managements von Innovationen und sind in der Lage, das Innovationsmanagement in dem umfassenderen Kontext des Managements sowohl auf Länderebene als auch von Organisationen und Unternehmens-strategien einzuordnen und zu bewerten.

**Description / Content English**

The lecture will focus on success factors for innovation management by assessing economies, (industrial) companies and the creative individual. The management of innovations is not focused only on product innovations but also on structures, processes, management behavior and new incentive programs.

**Learning objectives / skills English**

The students know the basics and influences of the management of innovations and can classify this management within the context of management of economies, organizations and corporate strategy and evaluate those.

**Literatur**

- Thomas Stern / Helmut Jaberg: Erfolgreiches Innovations-management. Erfolgsfaktoren – Grundmuster – Fallbeispiele. 4. überarbeitete Auflage, Verlag Gabler 2010
- Jürgen Hauschmidt, Sören Salomo: Innovationsmanagement. 4. Auflage. Verlag Vahlen, München 2007
- Bundesverband der Deutschen Industrie e. V.: Innovationsindikator
- Strategy& | PwC: THE GLOBAL INNOVATION 1000 - Jährliche Veröffentlichungen
- 5. Vijay Govindarajan / Chris Trimble: Reverse Innovation. Harvard Business School Press, 10. April 2012
- Clayton M. Christensen: The Innovator's Dilemma, Harper Business, Okt. 2011

**Kursname laut Prüfungsordnung****Integrierte Analogschaltungen****Course title English**

Integrated Analog Circuits

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Lehrveranstaltung behandelt theoretische Grundlagen und praktische Konzepte, die zum Entwurf und zur Analyse von analogen CMOS-Schaltungen benötigt werden.

Sie beginnt mit einer kurzen Wiederholung der passiven und aktiven Bauelemente, die in einer CMOS-Technologie zur Verfügung stehen. Als nächstes werden Grundschatungen 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.

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-Grundschatungen werden vorgestellt, ebenso ihre Anwendung im Entwurf von SC-Filtern und D/A- oder A/D-Wandlern.

Im Präsenzstudium wird die Vorlesung ergänzt durch Praktikumsversuche, die den kompletten Entwurf einer CMOS-Analogschatzung abdecken. Dabei werden moderne CAD-Werkzeuge eingesetzt.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind fähig zur / zum

- Analyse analoger integrierter Schaltungen
- Analyse von Gleich- und Wechselspannungsverhalten
- Analyse einfacher zeitdiskreter Schaltungen
- Aufbau von Verstärkern, Filtern, A/D- und D/A-Umsetzern

**Description / Content English**

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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Integrierte Analogschaltungen Praktikum****Course title English**

Integrated Analog Circuit Lab

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		3	

**Prüfungsleistung**

Die Endnote setzte sich aus folgenden Teilleistungen zusammen:

Praktischer Teil:

- erfolgreich absolvierte Praktikumstermine
- Vorbereitungsaufgaben und Protokolle

Schriftlicher Teil:

- 90min Klausur

Das gesamte Praktikum gilt nur als bestanden, wenn jede einzelne Teilleistung erfolgreich bestanden wurde.

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Das Praktikum enthält 8 Versuche, die den Entwurf, Simulation und die Analyse integrierter MOS-Schaltungen beinhalten. Sie werden mit dem weltweit verbreiteten IC Design Framework von Cadence durchgeführt, welches in Halbleiterunternehmen eingesetzt wird.

Die Praktikumstermine beinhalten:

- Einführung in die Cadence Software
- Zeichnen & Sim. einfacher Grundschatungen wie Inverter, Transmissiongates und Ausgangsstufen
- Designen, Zeichnen & Sim. von OPAMPS
- Zeichnen & Sim. von komplexeren SC-Schaltungen

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Der Student setzt seine theoretischen Kenntnisse der Schaltungstechnik in einer modernen Designumgebung um. Er kann nun Schaltpläne zeichnen und hierarchisch gliedern. Er kennt die verschiedenen Spectre Simulationsmodi und kann diese gezielt anwenden um eine Schaltung zu charakterisieren.

**Description / Content English**

This Lab contains 8 units concerning design, simulation and testing of integrated analogue MOS circuits. These units will be done by the common IC design framework from cadence, which is established at semiconductor companies.

The Labs topics are:

- Introduction to Cadence Software
- Drawing & Sim. of basic circuit arrangements like inverters, transmissiongates and output stages
- Design, Drawing & Sim. of OPAMPS
- Drawing & Sim. of complex SC-circuits

**Learning objectives / skills English**

The student will implement his/hers theoretical knowledge of circuit design into a modern CAD tool. Now, he/she can draw schematics and organize it hierarchically. He/She knows the different simulation modi of Spectre and can use them to characterize a given circuit, systematically.

## Literatur

Vorlesungsunterlagen zur Vorlesung "Analoge MOS-Schaltungstechnik"

Phillip E. Allen, Douglas R. Holberg: CMOS analog circuit design (2nd ed), Oxford Univ. Press, New York, NY 2002

**Kursname laut Prüfungsordnung****Internet of Things: Protocols and System Software****Course title English**

Internet of Things: Protocols and System Software

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung vermittelt eine Einführung in das Themengebiet des „Internet der Dinge“ (IoT), in dem Milliarden eingebetteter Systeme (Sensoren, Aktuatoren) in Echtzeit kontinuierlich Daten über die reale Welt im Internet verfügbar machen. Behandelte Themen sind insbesondere: Kommunikationsprotokolle (z.B. IEEE 802.15.4, NBLoT, 6LoWPAN, MQTT), Sensordatenmodellierung und -verwaltung (z.B. linked data, RDF, SSN), Datenzugriff und Plattform-APIs (z.B. web-basierte Systeme, SPARQL, kontinuierliche Anfragen, Complex Event Processing). Neben der Vermittlung theoretischen Wissens, wird in der Übung – im Rahmen von Gruppenprojekten – die praktische Programmierung von IoT-Systemen vermittelt, z.B. mit Arduino-Geräten und Raspberry Pies.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Veranstaltung vermittelt Studierenden ein Verständnis des zukünftigen Internets der Dinge (IoT), der neu auftretenden Anforderungen sowie der technischen Grundlagen, Konzepte, Architekturen und Protokolle. Die Studierenden sollen diese sowohl theoretisch bewerten als auch praktisch einsetzen können, weswegen die Vorlesung von einer praktischen Übung begleitet wird. Schwerpunkte sind insbesondere die IoT-Gerätevernetzung und IoT-Systemsoftware. Hierbei sollen die Studierenden vor allem lernen, welche Unterschiede zu klassischen Internettechnologien und Systemen / Plattformen existieren und woraus diese resultieren.

**Description / Content English**

The so-called Internet of Things (IoT) is the next step in the evolution of the Internet and is widely expected to change our world in the most fundamental way. Billions of small embedded electronics will make our physical world „smart“, continuously delivering real time information about the state of people, physical structures and the environment, like movements, heat levels, pollution levels and air pressure. In addition, the world becomes ‘programmable’ and physical environments can be changed automatically by software services running in the Cloud.

This course introduces students to the Internet of Things (IoT), its challenges and technologies. Topics of interest include: communication protocols (e.g. IEEE 802.15.4, NBLoT, 6LoWPAN, MQTT), data modelling and storage (e.g. ontologies, linked data, RDF, SSN), data access and platform APIs (e.g. web systems, SPARQL, continuous queries, complex event processing). Besides providing theoretical knowledge, the course also aims at teaching students how to use IoT technologies to realise real systems. To this end, students perform group projects to develop IoT software for current prototype hardware platforms like Arduino and Raspberry Pies.

**Learning objectives / skills English**

The course introduces students into challenges, concepts and technologies of the Internet of Things (IoT). Students will learn the theoretical backgrounds. They will be able to analyse and assess existing IoT systems and will practise to design and implement new ones. The focus of the course will be on IoT networking and system software. Which concepts and technologies are used in IoT? How and why do they differ from existing Internet technologies? These questions will be answered in the course.

## Literatur

Aktuelle Forschungsveröffentlichungen  
Details werden in der Vorlesung diskutiert

**Kursname laut Prüfungsordnung****IOS-Wahlkatalog****Course title English**

IOS Electives Catalogue

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
0	WS/SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar

**Prüfungsleistung**

Modulteilprüfung (benotet)

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Mit diesem Modul soll den Studierenden die Möglichkeit gegeben werden „nicht-technische Fächer“ zu belegen. Die Veranstaltungen können aus dem gesamten Angebot der Universität Duisburg-Essen gewählt werden, wobei das „Institut für Optionale Studien“ (IOS) einen Katalog mit Veranstaltungen aus dem so genannten Ergänzungsbereich vorhält.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Ziel des Moduls ist die Vertiefung der Allgemeinbildung der Studierenden und ggf. der sprachlichen Kompetenz der Studierenden, sowie eine Stärkung der Berufsbefähigung durch das Erlernen von Teamfähigkeit und Präsentationstechniken.

**Description / Content English**

This module offers the students the opportunity to, besides the pure technical courses they take, attend some so called „non-technical subjects“ and latter provide an attest for them.

These courses can be chosen from the overall offers of the Duisburg-Essen university, whereby the „Institut für Optionale Studien“(IOS) proposes a catalog containing courses which fall under the named supplementary area.

**Learning objectives / skills English**

The module aims at deepening the general knowledge of the students and resp. at improving their language skills as well as strengthening their professional qualifications through the learning of teamwork and expose techniques.

**Literatur**

Spezifisch für das gewählte Thema

**Kursname laut Prüfungsordnung****Kognitive technische Systeme****Course title English**

Cognitive Technical Systems

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

- Einführung
- Motivation
- Aufgabenfelder
- Prinzipien
- Agenten
- Verhaltenskoordination (bei Agenten)
- Verhaltensbeschreibung
- Modellbildung menschlicher Interaktion
- Kognitive Architekturen
- Wissensrepräsentation
- Planen, Handeln, Suchen
- Lernen

Tools I: Filterung

Tools II: Klassifikation und Lernen

Aktuelle Forschungsanwendungen des Lehrstuhls SRS aus dem Arbeitsbereich Kognitive Technische Systeme:

- Situations-Operator-Modellbildung
- Stabilisierung nichtlinearer dynamischer Systeme ohne Modellkenntnis
- Personalisierte, lernfähige und interaktive Fahrerassistenz
- Planungs- und Assistenzsysteme im Luftverkehr
- Lernfähige mobile Robotik

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

Ertel, W.:

Grundkurs der Künstlichen Intelligenz, Vieweg, 2008.

Görz, G. et al.:

Handbuch der Künstlichen Intelligenz, Oldenbourg, 2003.

Haykin, S.:

Neural Networks and Learning Machines, Pearson, 2009.

Johannsen, G.:

Mensch-Maschine-Systeme, Springer, 1993.

Russel, S.; Norvig, P.:

Künstliche Intelligenz, Pearson, 2004. (idt.: Artificial Intelligence, Prentice Hall, 2003).

**Kursname laut Prüfungsordnung****Kommunikationsnetze****Course title English**

Communication Networks

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

In der Vorlesung "Kommunikationsnetze" werden Grundlagen digitaler Kommunikationsnetze vermittelt. Dazu werden folgende Themen behandelt:

- Grundbegriffe
- Hierarchische Strukturen von Netzfunktionen (OSI-Schichtenmodell)
- Verfahren zur Datenübertragung von Punkt zu Punkt
- Vielfachzugriffsprotokolle
- Verfahren zur zuverlässigen Datenübertragung
- Routing und Flusskontrolle
- Warteraumtheorie

Die Inhalte werden in Übungen und Seminaren selbstständig vertieft.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

1. Verständnis der hierarchischen Struktur von Kommunikationsnetzen, ausgehend vom OSI-Schichtenmodell
2. Verständnis der wesentlichen Funktionen der drei unteren OSI-Schichten
3. Verständnis der Grundlagen der Warteraumtheorie

**Description / Content English**

In the lecture "Kommunikationsnetze" an overview over the basics of digital communication is given. For this the following themes are treated:

- Basic terms
- Hierarchical structures of network functions (OSI-layered model)
- Methods for point-to-point communication
- Multiple access protocols
- Methods for reliable data transmission
- Routing and flow control
- Queuing theory

The contents are self-absorbed in exercises and seminars.

**Learning objectives / skills English**

- 1) Understand hierarchical structure of communication networks, using the OSI model.
- 2) Understand the main functionality of the three lower layers of the OSI model.
- 3) Understand the basics of queuing theory.

**Literatur**

- 1 M. Bossert, M. Breitbach: Digitale Netze. Stuttgart: Teubner, 1999.
- 2 W. Stehle: Digitale Netze. Weil der Stadt: Schlembach, 2001.

**Kursname laut Prüfungsordnung****Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)****Course title English**

Master-Thesis (including colloquium)

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
30	WS/SS	Deutsch/Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar

**Prüfungsleistung**

Prüfungsleistung: Durchführung, Dokumentation und Präsentation der Arbeit. Die Bewertung erfolgt durch zwei Prüfer.

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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.

**Description / Content English**

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.

**Learning objectives / skills English**

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

**Kursname laut Prüfungsordnung**

**Masterprojekt (M-EIT)**

**Course title English**

Master Project (M-EIT)

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
8	WS/SS	Deutsch/Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		5	

**Prüfungsleistung**

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

**Description / Content English**

**Learning objectives / skills English**

**Literatur**

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Masterseminar Intelligente Systeme</b>			
<b>Course title English</b>			
Master Seminar Intelligent Systems			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS/SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			2
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Studierenden arbeiten sich in ein begrenztes Thema des Forschungsgebietes "Intelligente Systeme" ein, bereiten einen Vortrag dazu vor, führen diesen durch und beantworten dabei zugehörige Fragen. Hinzu kommt weiterhin eine schriftliche Ausarbeitung, die innerhalb einer vorgegebenen zeitlichen Frist zu erstellen ist. Konkrete Themen betreffen etwa die Bild- oder Spektraldatenanalyse, das Maschinelle Lernen, oder die Roboterintelligenz.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Durch die erfolgreiche Teilnahme an einem Seminar zeigen die Studierenden, dass sie ein begrenztes Thema eines Forschungsgebietes verstehen, aufarbeiten, einen Vortrag dazu vorbereiten, durchführen und Fragen beantworten, sowie eine Ausarbeitung dazu erstellen können, und zwar innerhalb einer vorgegebenen zeitlichen Frist. Im Seminar des Master-Studiengangs werden üblicherweise anspruchsvolle Themen hoher Aktualität behandelt, und eine hohe Selbständigkeit in der Bearbeitung durch die Studierenden erwartet. Damit trägt das Masterseminar, zusammen mit anderen Master-Veranstaltungen und der Master-Arbeit zur Befähigung zu selbständigem wissenschaftlichen Arbeiten bei.

<b>Description / Content English</b>
The students familiarize themselves with a limited topic of the research area "Intelligent Systems", prepare a lecture on it, carry it out and answer related questions. In addition, they write paper within a given period of time. Specific topics include image or spectral data analysis, machine learning, or robot intelligence.
<b>Learning objectives / skills English</b>
By successfully participating in the Master's seminar, students demonstrate that they can understand, work through, prepare and conduct a presentation, and answer questions on a limited topic in a research area, and prepare a paper on it within a specified time frame. The seminar of the Master's programme usually deals with challenging topics of high topicality and expects a high degree of autonomy in the work of the students. Thus, the Master's seminar, together with other Master's courses and the Master's thesis, contributes to the ability of independent scientific work.

<b>Literatur</b>
Wird individuell mitgeteilt.

**Kursname laut Prüfungsordnung**

**Mathematik E4**

**Course title English**

Mathematics E4

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Folgende Themen werden behandelt:

Vektoranalysis

- Potentialfunktionen und Kurvenintegrale
  - Integration in mehreren Veränderlichen
  - parametrisierte Flächen
  - Flächenintegrale
  - Flussintegrale
  - Der Satz von Green
  - Der Satz von Stokes
  - Der Satz von Gauß
- Partielle Differentialgleichungen
- Einführung
  - Die Greenschen Formeln
  - Poissonsche Integralformeln für die Kreisscheibe und die Kugel
  - Distributionen (Grundlagen)

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind in der Lage, Potentialfunktionen von konservativen Vektorfeldern zu berechnen.

Sie können die wichtigsten Flächen parametrisieren. Sie sind in der Lage, Flächen- und Flussintegrale zu berechnen und dazu die Integralsätze zu verwenden. Sie wissen was ein Randwertproblem ist und können dies für einfache Gebiete lösen.

**Description / Content English**

The course deals with the following subjects:

Vector analysis

- Potential functions and line integrals
  - Integration in several variables
  - Parameterized surfaces
  - Surface integrals
  - Flow integrals
  - Green's theorem
  - Stoke's theorem
  - Gauss's theorem
- Partial differential equations
- Introduction
  - Green's identities
  - Poisson's integration equations over a circular disk and a sphere

- fundamentals of Distributions

### Learning objectives / skills English

The students are able to compute potential functions of conservative vector fields. They know how to parametrize important surfaces. They are also able to calculate surface- and flow integrals and in so doing apply integral theorems. They know what a boundary value problem is and are capable of solving such problems for simple cases.

### Literatur

Burg, Haf, Wille: Mathematik für Ingenieure, I-IV,2002;  
Marsden, Tromba: Vectoranalysis,1996;  
Kevorkian: Partial Differential Equations,2000;  
Renardy/Rogers: A first graduate course in Partial Differential Equations,2004;  
Evans: Partial Differential Equations, 2010.

**Kursname laut Prüfungsordnung****Mess- und Sensorsysteme****Course title English**

Measurement and sensor systems

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS/SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Ohne jegliche Hilfsmittel

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Lehrveranstaltung „Mess- und Sensorsysteme“ gibt eine erweiterte Einführung in das Thema Messtechnik und Sensorsysteme.

Zu Beginn werden die Grundlagen der Messtechnik behandelt. Im Weiteren soll ein Einblick in verschiedene Mess- und Sensorapplikationen gegeben werden. Es werden verschiedene Detektoren und Sensoren (Magnetfeldsensoren, Lichtsensoren, etc.) vorgestellt und die grundlegenden Eigenschaften, mit Vor- und Nachteilen sowie deren Einsatzgebiete diskutiert. Weiterhin werden verschiedene Grundlagen bzw. Verfahren zur weiteren Signalverarbeitung vorgestellt. Es soll hierbei speziell auch auf die spezifischen Möglichkeiten zur Auslegung dieser Komponenten und die verschiedenen Implementierungsmöglichkeiten eingegangen werden. Im Gesamtzusammenhang werden diese dann mit realen Applikation aus der Elektrotechnik oder Physik weiterführend diskutiert.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

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 fähig eine solche Entwicklung entsprechend einem typischen Entwicklungsprozess durchzuführen.

**Description / Content English**

The course „Measurement and sensor systems“ provides an extended introduction into the topic measurement techniques and sensor systems.

As first part, the basics of measurement techniques will be presented. After this, it will be given a deeper view in a variety of measurement and sensor applications. It will be presented different detectors and sensors (magnetic field sensors, light sensors, etc.) and basic characteristics with advantages and disadvantages discussed. Furthermore will be basics and methods for signal processing presented. This will be focused on the specific opportunities for design of the components and different implementation possibilities. In an overall view, these things will be discussed in the frame of real applications in physics and electrical engineering.

**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 make a corresponding component selection (detector, signal processing, etc.) according to requirements. Additionally the students are able to do 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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Neuroinformatik und Organic Computing****Course title English**

Neurocomputing and Organic Computing

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
3	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Veranstaltung behandelt wichtige Typen von vorwärts gerichteten Neuronalen Netzen, wie Mehrschicht-Perzeptron, Radiale Basisfunktionen Netze, Tiefe Faltungsnetze und Support Vektor Maschinen. übergreifend werden das grundlegende Problem des algorithmischen Lernens vorgestellt, nämlich das Bias-Varianz-Dilemma, sowie Lösungen diskutiert. Bezug nehmend auf Organic Computing werden self-X Fähigkeiten untersucht. Ein besonderer Wert wird darauf gelegt, einen Zusammenhang zu grundlegenden Techniken aus anderen Disziplinen herzustellen, wie Gradientenabstieg, lineare und quadratische Optimierung, statistische Entscheidungstheorie. Typische Anwendungen werden exemplarisch behandelt, wie Signalfilterung, Mustererkennung, Roboterkontrolle. Inhalte im Einzelnen:

- Einführung
- McCulloch-Pitts Zelle, Perzeptron, Adaline
- Statistische Entscheidungstheorie
- Mehrschichtnetze, Tiefe Faltungsnetze
- Netze radialer Basisfunktionen
- Bias-Varianz-Dilemma
- Netze von Support Vektoren
- Organic Computing

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sollen für ausgewählte Typen von Neuronalen Netzen deren Struktur und Lernmethodik verstehen, die grundlegende mathematische Fundierung nachvollziehen können, die prinzipielle Wirkung und die mögliche Anwendbarkeit kennen. Sie sollen für ausgewählte Problemstellungen potentiell sinnvolle Netztypen und Lernverfahren vorschlagen können.

**Description / Content English**

The course treats important types of feed-forward neural networks, such as Multi-Layer Perceptron, Radial Basis Function networks, Deep Convolutional Networks, Support Vector Machines. In a comprehensive manner, the basic problem of algorithmic learning is treated, including Bias-Variance Dilemma, and solutions are presented. Related to Organic Computing, self-X competences are discussed. A special effort is put on relationships to basic techniques from other fields, e.g. gradient descent, linear and quadratic optimization, statistical decision theory. Typical applications include signal filtering, pattern recognition, robot control. Contents at a glance:

- Introduction
- McCulloch-Pitts Zelle, Perzeptron, Adaline
- Statistical decision theory
- Multi-Layer Perceptron, Deep Convolutional Networks

- Radial Basis Function Networks
- Bias-Variance-Dilemma
- Support Vector Machines
- Organic Computing

### Learning objectives / skills English

The students should understand for certain types of neural networks their structure and learning method, as well as the mathematical foundation, and they should know possible applications. They have the competence to propose for certain types of problems, the potentially useful types of networks and learning procedures.

### Literatur

- C. Bishop: Neural Networks for Pattern Recognition; Oxford Press, 1995.
- C. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning; Springer, 2006.
- I. Goodfellow, et al.: Deep Learning; MIT Press, 2016
- T. Hastie, et al.: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2003.
- M. Mohri, et al.: Foundations of Machine Learning; MIT Press, 2012.
- R. Rojas: Neuronale Netze; Springer-Verlag, 1996.
- Z. Zell: Simulation neuronaler Netze; Addison-Wesley, 1994.
- Aktuelle eigene Artikel sowie Bachelor-/Master-/Doktorarbeiten.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Operationsverstärker Praktikum</b>			
<b>Course title English</b>			
Operational Amplifier Lab			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS/SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		3	
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Das Ziel dieses Praktikums ist das Verständnis der grundlegenden Funktionsweise und Eigenschaften von Operationsverstärkern (OpAmps). Ihre Einsatzmöglichkeiten in elektronischen Schaltungen sollen die Studenten zu eigenen Schaltungsentwürfen und einem besseren Verständnis von komplexen Schaltungen führen. Beginnend mit der Messung und Auswertung der wichtigsten Parameter eines OpAmps werden Schaltungen wie Addierer, Multiplizierer, Verstärker und aktive Filter berechnet und untersucht. Abschließend werden Oszillatoren und Generatoren entwickelt und getestet.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind in der Lage, Schaltungen mit Operationsverstärkern zu berechnen und die theoretischen Ergebnisse an Hand von Messungen zu kontrollieren.

**Description / Content English**

The aim of practical exercise is the understanding of the basic functionality and qualities of operational amplifiers (OpAmps). Their application potential in electronic circuits should lead the students to own circuit ideas and a better understanding of complicated circuits.

Beginning with the measurement and evaluation of the most important parameters of OpAmps circuits like adder, multiplicators, amplifiers and active filters are calculated and measured. Finally, oscillators and generators are developed and tested.

**Learning objectives / skills English**

The students are able to calculate circuits based on operational amplifiers and to check the theoretical results with help of measurements.

**Literatur**

Praktikumsunterlagen (als Download verfügbar)

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Photovoltaik</b>			
<b>Course title English</b>			
Photovoltaik			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch/Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

### Beschreibung / Inhalt Deutsch

In dieser Vorlesung werden die Grundlagen der Photovoltaik bis hin zum vertieften Verständnis einzelner Zellkonzepte behandelt. Die Grundlagen schließen das wirtschaftliche Potenzial der Technologie, das Sonnenspektrum, Ladungsträger Generations- und Transportmechanismen in organischen wie anorganischen Halbleitern sowie die Funktionsweise des pn-übergangs mit ein. Vertieft werden diese Inhalte hinsichtlich der allgemeinen elektrischen Solarzellenfunktionalität, Verlustmechanismen und Begrenzungen in der Konversionseffizienz. Weiterhin wird im Speziellen auf Solarzellen der 1. Generation: Si und  $\mu$ -Si, der 2. Generation: a-Si, organische und Graetzelzellen sowie auf Solarzellen der 3. Generation: Tandem Zellen eingegangen.

### Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studenten sind in der Lage:

- Das Energiegenerationspotential der Technologie zu erklären
- Den Ursprung des photovoltaischen Effekts allgemein und die Funktionsweise einer Solarzelle an konkreten Materialsystemen zu erklären, unter zu Hilfenahme von quasi-Fermi Niveaus und standard Transportmodellen.
- Generations und Rekombinations-mechanismen zu erklären.
- Begrenzungen in der maximalen Konversionseffizienz zu erklären und hierbei zwischen materialbedingten, prozessbedingten und strukturbedingten Begrenzungen zu unterscheiden
- Solarzellen elektro-optisch zu charakterisieren und die Ergebnisse mit Hilfe von standard Ersatzschaltbildern zu Interpretieren.
- Solarzellen der drei Generationen zu unterscheiden, deren Funktionsweise zu beschreiben und deren Vor- und Nachteile zu erklären.

### Description / Content English

This lecture deals with the photovoltaic basics, as well as an in depth understanding of selected solar cell concepts. The basics include the market potential of the photovoltaic technology, the solar spectrum, charge carrier generation and transport mechanisms in organic / inorganic semiconductors, as well as the working principle of the classical pn-junction. Emphasis is also placed on the general electrical solar cell functionality, loss mechanisms and limitations with respect to the power conversion efficiency. Specifically solar cells of the 1st generation: Si and  $\mu$ -Si, the 2nd generation: a-Si, organic and Graetzel cells as well as solar cells of the 3rd generation: tandem cells are discussed.

### Learning objectives / skills English

The students are able:

- to describe the energy generation potential of this technology.
- to describe the origin of the photovoltaic effect, as well as the working principle of solar cells using concrete material systems, quasi Fermi levels as well as standard transport models.
- to describe generation and recombination mechanisms.

- to describe limitations of the max. obtainable power conversion efficiency and be able to differentiate between material, process and design limitations.
- to characterize solar cells electro-optically and are able to interpret their findings using standard equivalent circuits.
- to differentiate between solar cells of the three generations, are able to describe their working principle as well as their advantages and disadvantages.

## Literatur

- The Physics of Solar Cells, Jenny Nelson, Imperial College Press
- Physics of Semiconductor Device, S.M. Sze and K.K. NG, WILEY-Interscience
- Physics of Solar Cells, Peter Würfel, WILEY-VCH
- Organic Molecular Solids, Markus Schwoerer and Hans Christoph Wolf, WILEY-VCH
- Solid State Physics, Harald Ibach and Hans Lüth, Springer

**Kursname laut Prüfungsordnung****Photovoltaik 2****Course title English**

Photovoltaik 2

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

In der Vorlesung steht die Messung und Simulation von Halbleiterbauelementen am Beispiel der Solarzelle im Vordergrund. Dazu werden zunächst die Grundlagen geschaffen, um die Physik der Solarzelle zu verstehen und sie beschreiben zu können. Dabei werden die wesentlichen physikalischen Größen identifiziert, die den Wirkungsgrad einer Solarzelle beeinflussen, nämlich Ladungsträgerlebensdauer und Beweglichkeit sowie der Absorptionskoeffizient. Im Folgenden werden dann verschiedene Methoden eingeführt und erklärt mit denen man diese Größen bestimmen kann. Die numerische Simulation der Solarzelle ist dabei oft nützlich, um bestimmte Messverfahren besser zu interpretieren und um den Einfluss von Parametern wie Lebensdauer und Beweglichkeit auf die Kennlinie und den Wirkungsgrad einer Solarzelle zu verstehen. Die Vorlesung schließt ab mit einer Einführung in aktuelle Schwerpunkte der Solarzellenforschung wie z.B. druckbare Solarzellen und Perowskit-Solarzellen.

Die Vorlesung richtet sich sowohl an Studenten, die die Vorlesung Photovoltaik von Dr. Benson bereits gehört haben, als auch an Studenten, die diese Vorlesung nicht oder noch nicht gehört haben.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studenten werden in der Lage sein:

- die Funktionsweise einer Solarzelle zu erklären,
- Bänderdiagramme und quasi-Fermi Niveaus im Dunkeln und unter Beleuchtung zu verstehen und zu benutzen,
- den Unterschied zwischen geordneten (kristallinen) und ungeordneten (nanokristallinen oder amorphen) Halbleitern zu verstehen,
- Messmethoden zu kennen und zu erklären, die zur Untersuchung von Materialien, Schichten, Schichtstapeln und ganzen Bauelementen in der Photovoltaik genutzt werden,
- Solarzellen mit einer Software numerisch zu simulieren.

**Description / Content English**

The focus of this course will be on the measurement and simulation of semiconductor devices using the solar cell as an example. First, we will therefore establish the fundamentals of solar cell device physics before we will identify relevant physical quantities needed for the description of the solar cell. These physical quantities affecting solar cell efficiency are for instance the charge carrier lifetime and mobility as well as the absorption coefficient. In the following, we will then introduce and explain methods to measure these physical quantities. Numerical simulations are often useful to better interpret certain measurement techniques and to better understand the influence of parameters like lifetime and mobility on the current-voltage curve and the efficiency of a solar cell. The course finishes with an introduction into focus areas of current research like printable solar cells and perovskite-based solar cells.

The course is intended for both, students that have already attended the course Photovoltaics by Dr. Benson and for students that have not or not yet attended this course.

**Learning objectives / skills English**

The students will be able:

- to explain the working principle of a solar cell
- to understand and use band diagrams and quasi-Fermi levels in the dark and under illumination
- to explain the difference between ordered (crystalline) and disordered (nanocrystalline and amorphous) semiconductors
- to know and to explain measurement methods used to analyze materials, layers, layer stacks and devices used in photovoltaics
- to numerically simulate solar cells using a software.

### Literatur

- The Physics of Solar Cells, Jenny Nelson, Imperial College Press
- Physics of Solar Cells, Peter Würfel, WILEY-VCH
- Advanced Characterization Techniques for Thin-Film Solar Cells, D. Abou-Ras, T. Kirchartz, U. Rau (Eds.), Wiley-VCH

**Kursname laut Prüfungsordnung****Projektmanagement****Course title English**

Project Management

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
2	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Im Mittelpunkt der Veranstaltung steht die systematische Planung, Steuerung und Kontrolle von Projekten. Anforderungen an den Projektleiter und das Projektpersonal werden durch adäquate Führungsgrundsätze, Kommunikationswissen und Team Building verdeutlicht. Die Rolle des Projekt-Sponsors und die Bedeutung des Managements von Veränderungsprozessen für den Projekterfolg bilden weitere wichtige Bausteine.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden kennen die Grundlagen des Projektmanagements bzgl. der technischen Kompetenzen und der Verhaltenskompetenzen. Sie sind in der Lage, die Bedeutung des Professionellen Projektmanagements in den umfassenderen Kontext des Managements von Organisationen und der erfolgreichen Umsetzung von Unternehmensstrategien einzuordnen und zu bewerten.

**Description / Content English**

The lecture will focus on systematic planning and controls of projects. Genuine leadership principles, communication skills and team building point out the necessary qualifications of the project manager/members. Sponsorship by Top-Management and Organizational Change-Management are critical project success factors and are part of the lecture as well.

**Learning objectives / skills English**

The students know the basics of project management concerning the technical and behavioral competence elements. They can classify the impact of Professional Project Management within the context of management of organizations and successful implementation of corporate strategies and evaluate those.

**Literatur**

1. Heinz Schelle / Roland Ottmann / Astrid Pfeiffer: Projekt Manager, 3. Auflage, GPM, Nürnberg, 2008
2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (Pmbok Guide) Fifth Ed. (German), IPM, 15. Aug. 2014

**Kursname laut Prüfungsordnung****Projektmanagement****Course title English**

Project Management

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung Project Management beschäftigt sich mit der Frage, was ein Projekt ist und wie ein Projekt durchgeführt wird. Hierbei spielen Einflussgrößen wie z.B. Zeit, Kosten oder technische Anforderungen usw. eine wesentliche Rolle. Es werden Methoden / Vorgehensweisen vorgestellt, mit denen Projekte geplant, überwacht und erfolgreich abgeschlossen werden.

Neben der Vorlesung werden Übungen angeboten.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Den Studierenden werden, insbesondere über Beispiele aus der industriellen Praxis, die gebräuchlichsten Methoden des Projektmanagements vermittelt und anhand von Übungen deren Anwendung erprobt. Die Studierenden sind danach in der Lage, für abgegrenzte Entwicklungsaufgaben Projektplanungen durchzuführen.

**Description / Content English**

Project Management is the task of accomplishing a project (what is a project?) e.g. on time, in budget, to technical specification and more. In the lecture you get to know tools how to manage a project (project initiation – implementation – control - ...).

Both lectures and exercises arrange fundamental knowledge about Project Management.

**Learning objectives / skills English**

The students will get to know standard methods of project management by means of present examples from industrial projects including the application of examples in exercises. The students are able to execute limited development tasks in project plannings.

**Literatur**

- Rinza, P. Projektmanagement  
4. Auflage, Springer, ISBN 3-540-64021-5
- Seibert, S. Technisches Management  
5. Auflage, Schäffer-Poeschel, ISBN 3-7910-0694-0

**Kursname laut Prüfungsordnung****Regenerative Energietechnik 1****Course title English**

Renewable Energy Technology 1

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

In der Vorlesung wird die Bandbreite der thermischen und photovoltaischen Nutzung der Sonnenenergie vorgestellt. Nach einer Diskussion der Grundlagen des solaren Strahlungsangebotes (Physikalische Grundlagen der Strahlung, Strahlungsbilanzen, Himmelsstrahlung, Globalstrahlung, Messung solarer Strahlungsenergie) werden Niedertemperaturkollektoren, konzentrierende Kollektoren und die solarthermische Stromerzeugung in Farm- und Towerkraftwerken behandelt. Einen weiteren Schwerpunkt bildet das Thema der photovoltaischen Stromerzeugung mit einer Einführung in das Bändermodell der Elektronen im Festkörper, des Aufbaus, der Funktionsweise und des Wirkungsgrads von Silizium-Solarzellen, Dünnschichtsolarzellen und kompletten Solarzellensystemen.

Der erreichte Stand der Technik sowie technische und wirtschaftliche Potentiale der Solarthermie und Photovoltaik werden ebenfalls erörtert.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Der Studierende versteht die Prinzipien der energetischen Nutzung von Solarenergie, kennt den technischen Aufbau und den Wirkungsgrad verschiedener Solaranlagen und kann das technische und wirtschaftliche Potential der Nutzung der Solarenergie einschätzen.

**Description / Content English**

Focus of the lecture is the thermal and photovoltaic use of solar energy. Topics are the potential of solar radiation and its physical fundamentals, radiation balances, total radiation and measurement of solar irradiation. The conversion of solar radiation into thermal energy by thermal collectors, like flat collectors and concentrating collectors, the generation of high temperature heat by solar farm and tower power plants will be explained. Photovoltaic generation of electricity is the second main topic, the energy band model of semiconductors, the functional principle of silicon solar cells, including construction principles, manufacturing and efficiency will be presented. Important is as well the optimization potential, thin film solar cells, other semiconductors, photovoltaic system technology. Finally, the technical and economical potential of thermal and photovoltaic use of solar energy will be discussed.

**Learning objectives / skills English**

The student understands the principles of energetic use of solar energy, knows technical details about construction and efficiency of conversion devices for solar energy (solar thermal collectors and PV) and is able to judge the technical and economical potential of solar energy use.

**Literatur**

- Adolf Goetzberger, Volker Wittwer, „Sonnenenergie – Thermische Nutzung“, Teubner Studienbücher
- Adolf Goetzberger, Bernhard Voß, Volker Wittwer, „Sonnenenergie: Photovoltaik“, Teubner Studienbücher
- Martin Kaltschmitt, Andreas Wiese, „Erneuerbare Energien“, Springer Verlag

- Manfred Kleemann, Michael Meliß, „Regenerative Energiequellen“, Springer Verlag

**Kursname laut Prüfungsordnung****Regenerative Energietechnik 2****Course title English**

Renewable Energy Technology 2

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Im Rahmen der Vorlesung werden die physikalischen und systemtechnischen Grundlagen der Nutzung der Windenergie (Leistungsdichte des Winds, Windmessung, Windenergiekonverter), der Wasserkraft (Aufbau und Komponenten einer Wasserkraftanlage, Pumpspeicherwerk), Meeressenergie (Leistung von Wasserwellen, Meereströmungskraftwerke), Gezeitenenergie (Entstehung von Ebbe und Flut, Gezeitenkraftwerke) und der Geothermie (oberflächennahe und hydrothermale Erdwärmennutzung, heiße Gesteinsschichten) behandelt. Ein weiteres Schwerpunktthema bildet die Photosynthese und die Möglichkeiten der energetischen Biomassenutzung (Verbrennung, Vergasung, Pyrolyse, Biogaserzeugung, äthanolherstellung). Bei jeder Technologie wird auf den erreichten Stand der Technik eingegangen sowie die technischen und wirtschaftlichen Potentiale diskutiert.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Der Student ist in der Lage, regenerative Energiesysteme auf Basis Wind, Wasserkraft, Geothermie, und Biomasse technisch und ökonomisch zu bewerten. Das zukünftige Potential und der Stand der Technik sind bekannt.

**Description / Content English**

The physical and technical fundamentals of wind energy conversion like power density of wind, measurement of wind speed and wind energy conversion principles will be explained. For water power, the relevant topics are construction principles and components, especially types of turbines, and pumped storage stations as well as energy conversion of tidal and ocean current and waves. The different types of geothermal energy (near surface, hydrothermal, hot dry rock) and biomass are further main foci, including combustion and gasification technology, fermentation for ethanol and biogas generation. For each of these technologies, the achieved state-of-the-art will be presented, the future technical and economical potential will be discussed.

**Learning objectives / skills English**

The students are able to judge regenerative energy systems on basis of wind and water power, biomass and geothermal energy with respect to technology and economics. The future potential and the state-of-the-art are known.

**Literatur**

- Martin Kaltschmitt, Andreas Wiese, „Erneuerbare Energien“, Springer Verlag
- Manfred Kleemann, Michael Meliß, „Regenerative Energiequellen“, Springer Verlag
- Jochen Fricke, Walter Borst, „Energie – Ein Lehrbuch der physikalischen Grundlagen“, R. Oldenbourg Verlag

**Kursname laut Prüfungsordnung****Ringvorlesung Thermoelektrik****Course title English**

Lecture Series Thermoelectrics

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Veranstaltung führt zunächst die drei thermoelektrischen Grundphänomene (Seebeck-Effekt, Peltier-Effekt, Thomson-Effekt) ein und zeigt aus thermodynamischen Überlegungen deren Verknüpfung (Kelvin-Relation). Weiterhin wird die Effizienz einer thermoelektrischen Energieumwandlung ermittelt und daraus die Bedeutung der Gütezahl ZT und der thermischen und elektrischen Anpassung abgeleitet. Messmethoden für die wichtigen thermoelektrischen Größen (Wärmeleitfähigkeit, Seebeck-Koeffizient, elektrische Leitfähigkeit) werden vorgestellt und bezüglich ihrer Unsicherheiten diskutiert. In einem Theorie-Teil werden der Onsager Formalismus und die Boltzmannsche Transporttheorie sowie der Phononentransport eingeführt. Daraus werden Konzepte für das Materialdesign, sowohl bezüglich der thermischen als auch bezüglich der elektronischen Eigenschaften abgeleitet und gängige thermoelektrische Materialklassen erläutert. Syntheseverfahren mit besonderem Bezug zu Nanomaterialien werden vorgestellt. Abschließend werden Grenzflächenphänomene insbesondere für die Phonenstreuung zunächst theoretisch vorgestellt und anschließend ihre messtechnische Überprüfung dargestellt.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studenten sind in der Lage:

- thermoelektrische Phänomene zu erklären
- elektrische und Wärmeleitfähigkeit, Seebeck- und Peltier-Koeffizient zu definieren
- den Gütefaktor ZT und die Effizienz eines thermoelektrischen Generators zu bestimmen
- die Grundzüge der Onsagerschen Transporttheorie sowie die Kelvin-Beziehung zu erläutern
- die Boltzmanngleichung in der Relaxationszeitnäherung herzuleiten
- den elektrischen und Gitterbeitrag zur Wärmeleitfähigkeit im Halbleiter zu diskutieren
- messtechnische Konzepte zur Bestimmung der Transport-Koeffizienten anzuwenden
- materialwissenschaftliche Optimierungsgesichtspunkte anzuwenden
- den Einsatz von Nanopartikeln für thermoelektrische Anwendungen zu erläutern
- Effizienzsteigerung durch Reduzierung der Dimensionalität und Energiefilterung zu diskutieren
- den Einfluss von Grenzflächen auf elektrischen und Wärmewiderstand zu verstehen

**Description / Content English**

The lecture introduces the three thermoelectric phenomena (Seebeck effect, Peltier effect, Thomson effect) and shows their relation (Kelvin relation) based on thermodynamic considerations. Furthermore, the efficiency of a thermoelectric energy conversion is determined and the significance of the Figure of Merit ZT and the thermal and electrical matching condition is derived from it. Measurement methods for the important thermoelectric quantities (thermal conductivity, Seebeck coefficient, electrical conductivity) are presented and discussed with regard to their uncertainties. In a theory part, Onsager formalism and Boltzmann's transport theory as well as phonon transport are introduced. From this, concepts for material design, both with regard to thermal and electronic properties, are derived and common thermoelectric material classes are explained. Synthesis

methods with special reference to nanomaterials are presented. Finally, interfacial phenomena, especially for phon scattering, are presented theoretically and then their metrological verification is presented.

### Learning objectives / skills English

Students are able to:

- Explain the thermoelectric phenomena
- Define electrical conductivity, thermal conductivity, and the Seebeck and Peltier coefficients
- Determine the Figure of Merit ZT and the efficiency of thermoelectric generators
- Explain the basics of Onsager's Transport Theory and Kelvin Relations
- Derive Boltzmann equation with the relaxation time approximation
- Discuss electrical and lattice contribution to thermal conductivity in semiconductors
- Apply measurement concepts to determine transport coefficients
- Understand materials science optimization
- Explain the use of nanoparticles for thermoelectric applications
- Discuss the increase in efficiency by reducing dimensionality and energy filtering
- Understand the influence of interfaces in electrical and thermal resistance

### Literatur

Thermoelectrics Handbook: Macro to Nano  
von D M Rowe (Herausgeber); Taylor & Francis Inc. (2006).

**Kursname laut Prüfungsordnung**

Scientific Visualization

**Course title English**

Scientific Visualization

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		

**Prüfungsleistung**

mündliche Prüfung, 45 Minuten

**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 wird der Aufbau eines CT-Scanners und die damit erzeugten Datensätze näher erläutert und 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 und 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 that lacks 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>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Sensoren für Fortgeschrittene - Anwendungen, Schnittstellen und Signalverarbeitung</b>			
<b>Course title English</b>			
Advanced Sensors - Applications, Interfacing and Signal Processing			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Diese Vorlesung baut auf der Bachelor Vorlesung "Sensorik und Aktuatorik" oder ähnlichen Einführungskursen über Sensoren oder Mechatronik auf. Die Vorlesung fokussiert auf komplexen Sensoranwendungen und ihrer Integration in mechatronische Systeme. Es werden weiterhin Themen wie Anschlusschaltungen, Sensorabschirmung und Signaldatenverarbeitung behandelt. Speziell in der Signaldatenverarbeitung werden Filterdesign, adaptive Filter und Messrauschen behandelt.

## Gliederung:

- Sensorcharakteristik
- Fortgeschrittene Anwendungen
- Sensor Schnittstellen
- Signalverarbeitung

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden bekommen Einblicke in Anwendungen von komplexen Sensoren in mechatronischen Produkten. Die Studierenden sind in der Lage Sensoren abhängig von den Anforderungen und der Einbauumgebung auszuwählen. Sie lernen Methoden kennen um geeignete Filter auslegen zu können.

**Description / Content English**

This course is built on the bachelor course "Sensorik und Aktuatorik" or any other introductory course on sensors or mechatronics. The course on Advanced Sensorics will focus on more complex applications of sensors and their integration into mechatronic systems. This course will also focus a lot on interfacing circuits, sensor shielding and signal processing to complete the path from signal collection, preparation and making it available in some useful form for the Electronic Control Units to use them. This will include among others definition of noise, designing digital and adaptive filters.

## Structuring:

- Characteristics of Sensors
- Advanced Applications
- Sensor Interfacing Circuits
- Signal Processing

**Learning objectives / skills English**

The participants of this course will get a better insight into the application and importance of sensors in mechatronic systems. Students will be able to choose sensors based on the requirements and the environments, be able to identify and suggest methods to isolate noise, and be able to design working filters.

## Literatur

Fraden

Handbook of Modern Sensors - Physics, Design and Applications

Springer 2010

PowerPoint Presentations in English and German

**Kursname laut Prüfungsordnung****Systemtechnik****Course title English**

System Technologies

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

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.

Folgende Themenbereiche werden von der Vorlesung behandelt:

**I. Mikrotechniken:**

- Bulkmicromechanik (isotropes und anisotropes nasschemischesätzen, Plasma-Tiefenätzen)
- Oberflächenmicromechanik und andere Mikrotechniken (Opferätztechnik, Epi-Polysilizium, SOI, Sticking-Problematik, Vergleich unterschiedlicher Mikro- und Nanostrukturtechniken)

**II. Mikrosensoren:**

- Thermische Sensoren (Thermistoren, PT-Sensor, integrierte Temperatursensoren, Anemometrie, Luftmassensensor)
- Mechanische Sensoren (piezoresistive und kapazitive Drucksensoren, Beschleunigungssensoren, Drehratensensoren)
- Sensoren für Strahlung (CMOS-Bildsensor, CCD, IR-Sensor, Teilchendetektoren)
- Magnetfeldsensoren (Spinning-current Hallplate, Magnetoresistivität)
- Chemische und Biosensoren (Chemisch sensitive FETs, SAW-Sensoren, DNA-Chip)
- Skalierung von Sensorstrukturen in den Nanometerbereich

**III. Mikroaktoren:**

- Mikroaktoren (Wirkprinzipien, Mikrospiegel, Mikrostimulatoren)
- Mikrofluidik (Mikroventile, Mikropumpen, implantierbares Medikamentendepot, Lab-on-a-Chip)

**IV. Systemtechniken:**

- Entwurf, Simulation und Test (Entwurfsmethodik, Simulation, Test- und Prüfverfahren)
- Integrationstechniken (monolithische und hybride Integration, Aufbau- und Verbindungstechnik und Gehäusetechnik für Mikro- und Nanosysteme)

Inhalt der übungen: Vertiefende praktische Aufgaben und Beispiele zum Stoff der Vorlesung

**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 21th 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:

- Microaktoren (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

**Kursname laut Prüfungsordnung****Technisches Management****Course title English**

<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
2	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
3			
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Veranstaltung richtet sich an Ingenieure und Naturwissenschaftler. Gegenstand der Vorlesung ist es, methodische Fähigkeiten und Kenntnisse zu vermitteln, um technische Lösungen und Dienstleistungen im Umfeld der Industrie und der Energieversorgung erfolgreich zu entwickeln und an den Markt zu bringen. Die Vorlesung fußt auf jahrlangen Erfahrungen aus Industrieunternehmen. Thematisch ist die Vorlesung im Wesentlichen in folgende Themenfelder strukturiert:

- Vertrieb: Ermittlung des Bedarfs an technischen Lösungen, Kunden-Lieferanten-Beziehung speziell bei technischen Leistungsumfängen, Vertragsarten mit Bewertung an Hand ausgewählter Projektbedürfnisse
- Projektmanagement: grundsätzliche Zielstellungen, Projektstrukturen, Nachtragsmanagement, Risikomanagement
- Komponentenauslegung: Vermittlung unterschiedlicher Ansätze zur Komponentenauslegung im Projektgeschäft, exemplarische Auslegung auf Basis internationaler technischer Normen
- Qualitätsmanagement: Struktur und Zielstellung einschlägiger Normen, methodische Ansätze zur nachweisbaren Verbesserung der Qualität (u.a. Six Sigma)
- Arbeitssicherheit: Einordnung der Arbeitssicherheit im Unternehmen, Kennzahlen im Bereich der Arbeitssicherheit, methodische Möglichkeiten zur nachhaltigen Verbesserung der Arbeitssicherheit
- Personalführung: typische Führungsanforderungen im technischen Umfeld, Einordnung der Führungsstile, Personalauf- und abbau, Zielvereinbarungen

Die Veranstaltung versteht sich als komplementär zur technischen Wissensvermittlung in den Hauptvorlesungen. Daher wird für die zahlreichen Praxisbeispiele dieser Vorlesung vorzugsweise auf Projekte aus dem ingenieurwissenschaftlichen Umfeld zurückgegriffen. So wird u.a. eine Vertragsverhandlung mit den Teilnehmern der Veranstaltung an Hand einer vorgegebenen Ausgangssituation als Fallbeispiel möglichst realitätsnah simuliert. Auf Grund der Praxisnähe der Vorlesung ist keine zusätzliche separate Übung neben den Fallbeispielen vorgesehen.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sollen erste grundlegende methodische Einblicke in die Zusammenhänge des technischen Managements in Wirtschaftsunternehmen mit ingenieurmäßiger Ausrichtung bekommen. Weiterhin sollen sie ausgewählte Kennzahlen und deren Bedeutung kennenlernen. Nach Absolvierung der Vorlesung sollen sie Organisationsstrukturen im Projektmanagement und Vertrieb ebenso wie unterschiedliche Vertragsformen bei technischen Dienstleistungen kennen.

**Description / Content English****Learning objectives / skills English**

**Literatur**

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Telemedizin</b>			
<b>Course title English</b>			
Telemedicine			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Telemedizin ist ein vergleichsweise neues und zukunftweisendes Tätigkeitsfeld im Gesundheitswesen. Man versteht darunter die Erbringung konkreter medizinischer Dienstleistungen in überwindung räumlicher Entfernung durch Zuhilfenahme moderner Informations- und Kommunikationstechnologien. Er fällt unter den weiten Ober-begriff E-Health, der jedoch noch nicht endgültig definiert wurde.

Ziel der Lehrveranstaltung ist es, einen umfassenden und anwendungsbezogenen Überblick über den aktuellen Stand der Telemedizin zu geben. Dazu werden im Einzelnen

- die in einem vorangegangenen Bachelorstudiengang vermittelten informations- und kommunikationstechnischen Grundlagen zielgerichtet und anwendungsbezogen vertieft,
- Grundbegriffe, Definitionen und technologische Konzepte der Telemedizin erläutert,
- Anwendungsbereiche der Telemedizin aus an praktischen Beispielen vorgestellt sowie
- rechtliche Aspekte im Zusammenhang mit dem Einsatz der Telemedizin diskutiert.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Konzepte, Prinzipien und Funktionsweisen zu erläutern, die in der Telemedizin eingesetzt werden. Sie können außerdem Einsatzgebiete der Telemedizin benennen und die Funktionsweise der dabei eingesetzten Systeme erläutern.

**Description / Content English**

Telemedicine is a relatively new and promising field of activity in health care. It refers to medical services implemented by the usage of modern information and communication technologies to overcome large spatial distances. Telemedicine is a subtopic of e-health, which has not yet been fully defined .

The aim of this lecture is to provide a comprehensive and application- oriented overview of the current status of telemedicine. In doing so, this lecture

- deepens the fundamentals from a previous bachelor programme in the fields of communication technology
- provides basic concepts, definitions and technological concepts of telemedicine applications,
- discusses various fields of application of telemedicine by the way of practical examples and
- summarizes legal aspects related to the use of telemedicine.

**Learning objectives / skills English**

Students are able to explain the main concepts, principles and procedures that are used in telemedicine. They can also name fields of application for telemedicine and explain the functions of these systems.

**Literatur**

Gärtner, Armin: Telemedizin und computerunterstützte Medizin.

Verlag: TÜV Media GmbH TÜV Rheinland Group  
ISBN-13: 978-3824910045

Lehmann, T.M.: Handbuch der Medizinischen Informatik  
Hanser Verlag; ISBN-13: 978-3446215894

**Kursname laut Prüfungsordnung****Theoretische Elektrotechnik 1****Course title English**

Electromagnetic Field Theory 1

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

"Theoretische Elektrotechnik" ist eine Veranstaltung, welche das physikalische Verständnis von elektromagnetischen Feldern vertiefen soll. Sie bildet zudem eine Schlüsselqualifikation für andere Bereiche der Elektrotechnik. In der Energietechnik sind es beispielsweise die Gebiete der Hochspannungstechnik, elektrische Maschinen und im Allgemeinen die der Energieversorgung. Die Vorlesung Theoretische Elektrotechnik stellt in ihrer Gesamtheit aber auch eine Erweiterung des Lehrinhaltes in Richtung der klassischen Elektrodynamik dar, welche wiederum eine Brückenfunktion erfüllt, z.B. für das Gebiet der Hochfrequenztechnik, der Halbleiterelektronik und für die modernen Themenstellungen aus der Nanophotonik und Nanooptik.

Die Veranstaltung "Theoretische Elektrotechnik 1" umfasst die folgenden Themenstellungen:

## (1) Elektrostatik:

=====

- Das elektrische Feld: Feldstärke und Flussdichte
- Die Grundgleichungen der Elektrostatik (Satz von Gauss, Wirbelfreiheit)
- Das elektrostatische Potenzial
- Kapazitätsberechnungen
- Einfluss des Materials
- Grenzbedingungen
- Energie und Kräfte
- Das elektrostatische Randwertproblem
- Analytische, grafische, semi-analytische, direkte und iterative numerische Lösungsverfahren

## (2) Das stationäre elektrische Strömungsfeld:

=====

- Strom und Stromdichte
- Die Grundgleichungen des stationären Strömungsfeldes (Kontinuitätsgleichung, Gesetz von Ohm)
- Grenzbedingungen
- Leistungsdichte
- Widerstandsberechnungen
- Das Randwertproblem des stationären Strömungsfeldes
- Dualität zur Elektrostatik

Im Verlauf der Vorlesung werden auch die wichtigsten Elemente der Vektorrechnung, der Vektoranalysis, der Koordinatensysteme und der Tensorrechnung erarbeitet.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind in der Lage,
------------------------------------

- Randwertprobleme aus der Elektrostatik selbstständig zu lösen,
- Randwertprobleme des stationären Strömungsfeldes selbstständig zu lösen,
- hierzu analytische oder numerische Berechnungsverfahren einzusetzen,
- das Verhalten der elektrischen Felder für den Entwurf zukünftiger Bauteile richtig einzuschätzen,
- stationäre Strömungsfelder in Leitern zu verstehen und deren Verhalten quantitativ zu bewerten,
- die Vektorrechnung und die Vektoranalysis im gegebenen Kontext formal korrekt einzusetzen.

### Description / Content English

The course „Theoretische Elektrotechnik“ is aimed towards a profound physical understanding of electromagnetic fields. It represents a key qualification in order to bridge the gap to other realms of electrical engineering, such as e.g. high-voltage engineering, electrical engines, and energy transmission. The course as a whole represents an extension towards classical electrodynamics addressing areas like microwave engineering, solid state electronics and advanced issues in the framework of nanosciences, such as e.g. nanophotonics and nano optics.

The lecture "Theoretische Elektrotechnik 1" encompasses the following topics:

#### (1) Electrostatics:

=====

- Electric field and electric flux density
- The fundamental equations (Gauss law, conservative fields)
- The electrostatic potential
- The general theory of capacitance
- Electrostatic field in material media
- Boundary conditions
- Energy and forces
- The electrostatic boundary value problem
- Analytical, graphical, semi-analytical, direct und iterative numerical solution methods

#### (2) Stationary electric fields in conducting media:

=====

- Current and current density
- The fundamental equations (continuity equation, Ohm's law)
- Boundary conditions
- Power density
- Calculation of the resistance
- The stationary boundary value problem
- Duality to electrostatics

The course also covers the fundamentals of vector calculus, vector analysis, coordinate systems, and some elements of tensor calculus.

### Learning objectives / skills English

Based on this course the students are capable:

- to solve an electrostatic boundary problem while using either analytical or numerical methodologies,
- to correctly evaluate the behavior of electrostatic field according to their appearance in technical building blocks and systems,
- to understand the underlying mechanisms of stationary current fields and to provide quantitative measures for their behavior,
- to master vector calculus, vector analysis and to correctly apply these formalisms in the corresponding context of application.

## Literatur

- Pascal Leuchtmann, Einführung in die elektromagnetische Feldtheorie, München: Pearson Studium, 2005.
- Ingo Wolff, Maxwellsche Theorie - Grundlagen und Anwendung. Band 1: Elektrostatik, Aachen: Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, 2005.
- Ingo Wolff, Maxwellsche Theorie - Grundlagen und Anwendung. Band 2: Strömungsfelder, Magnetfelder, Wellenfelder, Aachen: Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, 2007.
- David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, (3rd. ed), San Francisco: Pearson, 2008.
- David J. Griffiths, Elektrodynamik - Eine Einführung, (3. Aufl.), München: Pearson Studium, 2011.
- Günther Lehner, Elektromagnetische Feldtheorie – für Ingenieure und Physiker, Berlin: Springer Verlag, 2006.
- Heino Henke, Elektromagnetische Felder – Theorie und Anwendungen, (3. Aufl.), Berlin: Springer Verlag, 2007.
- Julius Adams Stratton, Electromagnetic Theory, Hoboken: John Wiley & Sons / IEEE Press, 2007.
- Melvin Schwartz, Principles of Electrodynamics, New York: Dover Publications Inc., 1988.
- Gottlieb Strassacker, Rotation, Divergenz und Gradient - Leicht verständliche Einführung in die Elektromagnetische Feldtheorie, Wiesbaden: Teubner Verlag, 2006.

**Kursname laut Prüfungsordnung****Thermodynamik und Kraftwerkstechnik****Course title English**

Thermodynamics and Power Plants

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Veranstaltung behandelt die verschiedenen Arten der heutigen Elektrizitätserzeugung mit ihren jeweiligen Charakteristika und Restriktionen. Der Vorlesungsstoff umfasst in erster Linie die konventionellen Kraftwerkstypen einschließlich der Kernenergienutzung. Für den dominierenden Bereich der thermischen Kraftwerke werden eingangs die thermodynamischen Grundlagen vermittelt. Berücksichtigung findet auch die Einbindung der unterschiedlichen Kraftwerke in das elektrische Netz sowie die sich daraus ergebenden Konsequenzen hinsichtlich Einsatzmöglichkeiten, Regelung, Eigenbedarf und Netzrückwirkungen. In der begleitenden übung werden Beispiele zur Kraftwerksauslegung und -anwendung rechnerisch behandelt.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden verstehen die verschiedenen Prinzipien der Kraftwerkstechnik, können ihre die Planung und den Betrieb betreffenden Unterschiede und Charakteristika einordnen und die Wechselbeziehung mit dem elektrischen Energieversorgungsnetz auf Basis ihres Fachwissens aufzeigen.

**Description / Content English**

The lecture deals with diverse plant types for electric power generation including their particular characteristics and restrictions. Main focus is on conventional plant types including nuclear. For the predominant group of thermal plants fundamentals of thermodynamics are conveyed first. Furthermore, integration of generation plants in el. power systems including consequences with regard to commitment, control, auxiliary power supply and retroactive effects are treated. The lectures are accompanied by calculation exercises for plant design and application.

**Learning objectives / skills English**

The students understand the diverse principles of power plant technologies; they are able to assess their characteristics and specifics with regard to plant design and operation, and to comprehend the interaction of generation plants and power systems based on their expertise.

**Literatur**

H. Happoldt / D. Oeding / B. Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze, 6. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, 2004

**Kursname laut Prüfungsordnung****Thermo-electric Materials and Systems****Course title English**

Thermo-electric Materials and Systems

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		1
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Inhalt der Vorlesung sind thermoelektrische Materialien und Systeme; diese können für die Gewinnung von Strom aus Wärme oder Temperaturregulierung verwendet werden. Ausgehend von den grundlegenden thermoelektrischen Effekten und thermodynamischen Zusammenhängen werden verschiedene Aspekte thermoelektrischer Forschung vorgestellt und in Zusammenhang gebracht. Diese umfassen u.a.:

- Typische thermoelektrische Materialien und ihre Herstellung
- Fertigung von thermoelektrischen Generatoren und Kühlern
- Kontaktentwicklung für thermoelektrische Bauteile
- Synthese-Mikrostruktur-Funktionseigenschaften Zusammenhänge
- Beschreibung und Modellierung thermoelektrischer Bauteile in verschiedenen Komplexitäten: Einfluss von Kontaktwiderständen, Effekte der Temperaturabhängigkeit von Materialeigenschaften
- Messtechnik für thermoelektrische Materialien und Bauteile
- Auslegung thermoelektrischer Bauteile für verschiedene Anwendungsgebiete (Raumsonden, Automotive, Gesundheitswesen)

Die Vorlesung ist ausgesprochen interdisziplinär und beinhaltet Aspekte der Halbleiterphysik, der Festkörperelektronik, der Thermodynamik, aber auch der Fertigungstechnik und Materialwissenschaft und Messtechnik.

Die grundlegenden Vorlesungsinhalte werden durch Anwendungsbeispiele ergänzt, in denen auch Systemaspekte thematisiert werden.

Eine Teilnahme an der Ringvorlesung Thermoelektrik ist vorteilhaft.

Ziel der übung „Advanced modelling of thermoelectric transport“ ist die praktische Modellierung von thermoelektrischen Materialien und Bauteilen mit Hilfe von MATLAB. Auf Materialebene soll der elektrischen Transports in thermoelektrischen Materialien im Rahmen eines Zweibandmodells beschrieben werden sowie die Extraktion von Materialparametern anhand experimenteller Daten automatisiert durchgeführt werden. In einem weiteren Schritt werden die Effekte von Nano/Mikrostruktur auf elektrischem und thermischem Transport simuliert. Auf Bauteilebene soll das Verhalten von thermoelektrischen Generatoren und thermoelektrischen Kühlern unter einsatznahen Randbedingungen in verschiedenen Komplexitätsgraden simuliert werden.

In dem Seminar sollen aktuelle Forschungsarbeiten zu verschiedenen Aspekten der Thermoelektrik von den StudentInnen analysiert und kritisch hinterfragt werden. Neben der Vertiefung und der Anwendung des Wissens dient das Seminar also auch der kritischen Beschäftigung mit wissenschaftlicher Literatur und dem üben von Vorträgen.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die StudentInnen sind in der Lage:

- Die Vor- und Nachteile von thermoelektrischen Kühlern und Generatoren in verschiedenen Anwendungen zu erläutern

- Die wesentlichen Komponenten thermoelektrischer Bauteile zu benennen sowie deren Funktion zu erläutern
- Elektrische und Wärmeströme in thermoelektrischen Bauteilen in Abhängigkeit von elektrischen und thermischen Randbedingungen zu berechnen und den Einfluss von Kontaktwiderständen zu analysieren
- Wesentliche Material- und Bauteilgrößen zu benennen sowie deren Verknüpfung zu begründen
- Den Wirkungsgrad/die Kühlleistung im Constant-Property-Model zu berechnen und zu optimieren
- Vorteile und Grenzen von Charakterisierungsmethoden für thermoelektrische Materialien und Bauteile zu erklären
- Wesentliche Unterschiede zwischen dem thermischen und elektrischen Transport in bulk und nanostrukturierten Materialien zu begründen
- Die Abhängigkeit der thermoelektrischen Transportgrößen von der Ladungsträgerkonzentration im Einband- und Zweibandmodell zu erklären

#### Description / Content English

The lecture deals with thermoelectric materials and systems which can be employed to convert heat directly into electrical energy or to control temperature very precisely. Starting from the basic thermoelectric effects and thermodynamic relations different aspects of the field are introduced and set into relation with each other. These include e.g.:

- Synthesis of state-of-the-art thermoelectric materials
- Fabrication of thermoelectric generators and coolers
- Contact development for thermoelectric devices
- Synthesis-microstructure-property relationships
- Modelling of thermoelectric devices with different complexities: influence of contact resistances and the temperature dependence of material quantities
- Measurement technique for thermoelectric materials and devices
- Design of thermoelectric devices for different applications ranging from space probes over automotive to healthcare)

The lecture is clearly interdisciplinary and includes aspects of solid state physics, semiconductor physics, thermodynamics but also manufacturing technology and measurement technique.

The aim of the training session „Advanced modelling of thermoelectric transport“ is modelling of thermoelectric materials and devices using MATLAB. The electrical and thermal transport in thermoelectric materials shall be modelled using a single and two band models. Complementary basic material parameters shall be extracted by an automated analysis from experimental data. Furthermore, the effect of the microstructure of materials shall be included in the modelling. Modelling of the material properties serves as input for device modelling, where efficiencies/cooling power will be calculated for application-like boundary conditions. The influence of electrical and thermal contact resistances shall be modelled and analyzed in different complexities. Aim of the seminar is the analysis and discussion of relevant scientific publications. Besides application of knowledge from the lecture this seminar establishes a base for working with scientific literature.

#### Learning objectives / skills English

The students are able to:

- To explain pros and cons of thermoelectric generators and coolers in different applications
- Name the relevant components in thermoelectric devices as well as explain their function
- Calculate electrical current and heat flow in dependence of electrical and thermal boundary conditions and to analyze the influence of contact resistances
- Name material and device properties and derive their interrelation
- Calculate conversion efficiency and cooling power within the constant property model
- Explain application and limitations of thermoelectric characterization techniques
- Explicate differences in transport between bulk and nanostructured materials

- Explain the dependence of the thermoelectric transport quantities on the carrier concentration in a single or two band model

## Literatur

- Thermoelectrics Handbook: Macro to Nano von D M Rowe (Herausgeber); Taylor & Francis Inc. (2006)
- Modules, Systems, and Applications in Thermoelectrics, Edited By David Michael Rowe ); Taylor & Francis Inc. (2012)

**Kursname laut Prüfungsordnung****Vision-based Control****Course title English**

Vision-based Control

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			3
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Der Kurs behandelt die Grundlagen der visuellen Regelung, bestehend aus Robotik, Vision, Regelung, Technologie und Implementierungsfragen. Zuerst werden die Grundlagen der Bilderfassung vorgestellt. Danach werden die Ansätze der maschinellen Bildverarbeitung zur Extraktion von Bildmerkmalen vorgestellt. Darüber hinaus werden das positionsbasierte Visual Servoing und das bildbasierte Visual Servoing als Kernelemente dieses Seminars vorgestellt. Der Schwerpunkt dieses Seminars liegt auf dem Entwurf von Reglern auf der Grundlage der geeigneten, aus dem Bild extrahierten Informationen, um Vorteile bei der Regelung zu erzielen.

- Grundlagen der Bilderfassung und der maschinellen Bildverarbeitung
- Modellierung des Roboters (Manipulator oder UAVs)
- Bildbasiertes Visual Servoing
- Positionsbasierter Visual Servoing
- Entwurf bildverarbeitungsbasierter Regler, z.B. adaptiver Regler, Sliding-Mode-Regler und Fuzzy-Logik-Regler

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden lernen die Grundlagen der Bildverarbeitung und Feature-Extraktion kennen. Sie lernen die grundlegende mathematische Erklärung für die Roboter/UAV-Modellierung zur Bestimmung von Regelungsansätzen. Schließlich sollen die Studierenden in der Lage sein, die Konzepte und Implementierungsbeschränkungen des bildbasierten Visual Servoing zu verstehen.

**Description / Content English**

The course covers the basics of visual control, consisting of robotics, vision, control, technology, and implementation issues. First of all, the fundamentals of image capturing will be introduced. Afterward, machine vision approaches will be briefly introduced for image feature extraction. Furthermore, position-based visual servoing and image-based visual servoing will be presented as the cores of this lecture. The main focus of this lecture is design of controller based on the suitable extracted information from the image to achieve closed-loop control benefits.

- Fundamentals of image capturing and machine vision approaches
- Modeling of the robot (manipulator or UAVs)
- Image-based visual servoing
- Position-based visual servoing
- Design of vision-based controller e.g. adaptive controller, sliding mode controller, and fuzzy logic controller

**Learning objectives / skills English**

Students should learn the basics of image processing and feature extraction. They should understand the basic mathematical explanation for robot/UAV modeling to determine control approaches. Finally, the students should be able to understand the concepts and implementation constraints of image-based visual servoing.

## Literatur

- Corke, P. I. (1996). Visual Control of Robots: high-performance visual servoing. Taunton, UK: Research Studies Press.
- Corke, P. I. (2017). Robotics, vision and control: fundamental algorithms in MATLAB&reg; second, completely revised(Vol. 118). Springer.
- Chaumette, F., & Hutchinson, S. (2006). Visual servo control. I. Basic approaches.IEEE Robotics & Automation Magazine,13(4), 82-90.