



FRIEDRICH-ALEXANDER  
UNIVERSITÄT  
ERLANGEN-NÜRNBERG  
TECHNISCHE FAKULTÄT

Masterstudiengang

# Medizintechnik

Modulhandbuch

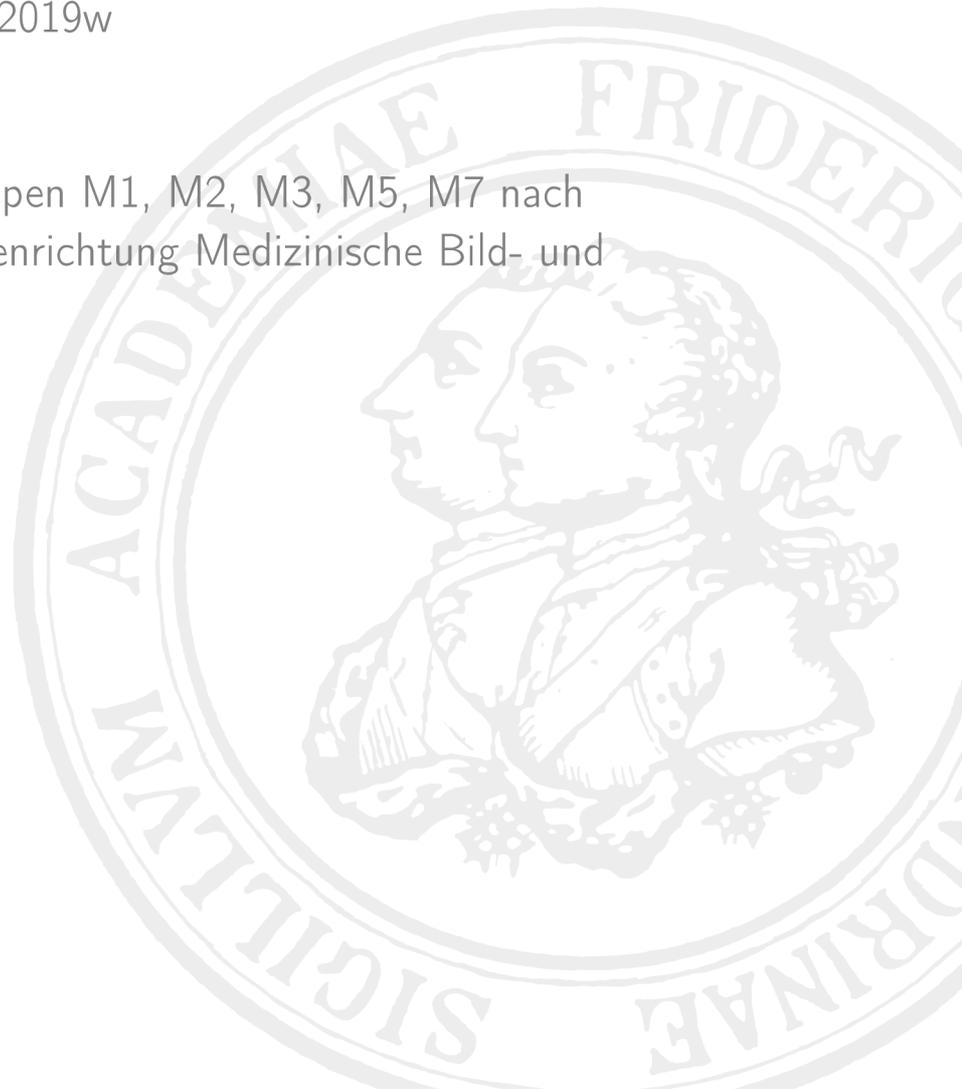
WS 2019/2020

Prüfungsordnungsversion: 2019w

Teilauszug Abschnitt

Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach  
Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und  
Datenverarbeitung

Modulhandbuch generiert aus *UnivIS*  
Stand: 29.08.2021 16:52





# Medizintechnik (Master of Science)

WS 2019/2020; Prüfungsordnungsversion: 2019w

## 1 M1 Pflichtmodul bei nichtkonsekutivem Studium

Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner

## 2 M1 Medizinische Vertiefungsmodule

Applications of nanotechnology in cardiovascular diseases

- Applications of nanotechnology in cardiovascular diseases, 2.5 ECTS, Iwona Cicha, Christoph Alexiou, WS 2019/2020 9

Audiologie/Hörgeräteakustik

Bild am Dienstag - Medizin in Röntgenbildern

- Bild am Dienstag - Medizin in Röntgenbildern, 2.5 ECTS, Michael Uder, Rolf Janka, WS 2019/2020 10

Cognitive Neurowissenschaften

Grundlagen der Krankheitserkennung

Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung 3

Interdisziplinäre Medizin

- Interdisziplinäre Medizin, 2.5 ECTS, Stephan Achenbach, u.a., WS 2019/2020 11

Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology

- Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology, 2.5 ECTS, Julio Vera-Gonzalez, WS 2019/2020 12

Introduction to simulation, network and data analysis in cancer and oncotherapy

Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys)

- Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology, 2.5 ECTS, Julio Vera-Gonzalez, Xin Lai, Christopher Lischer, WS 2019/2020 13

Materialwissenschaften und Medizintechnik in der Orthopädie mit Onlinekurs

- Materialwissenschaften und Medizintechnik in der Orthopädie mit Online-Kurs "Angewandte MT in der Orthopädie", 5 ECTS, Frank Seehaus, WS 2019/2020 14

Medical Physics in Nuclear Medicine

Medical communications

- Medical communications, 2.5 ECTS, Miyuki Tauchi-Brück, WS 2019/2020 16

Medical physics in radiation therapy

- Medical physics in radiation therapy, 10 ECTS, Christoph Bert, WS 2019/2020, 2 Sem. 18

Medical physics in radiation therapy - lab

- Medical physics in radiation therapy - lab only, 7.5 ECTS, Christoph Bert, WS 2019/2020, 2 Sem. 20

Medical physics in radiation therapy - special topic

- Medical physics in radiation therapy - special topic only, 5 ECTS, Christoph Bert, WS 2019/2020, 2 Sem. 22

Medizinische Biotechnologie

- Medizinische Biotechnologie, 5 ECTS, Oliver Friedrich, Martin Christian Vielreicher, Daniel Gilbert, Barbara Kappes, WS 2019/2020 24

Medizinische Biotechnologie

UnivIS: 29.08.2021 16:52

3

Medizinprodukterecht (2018+)

Onlinekurs "Angewandte Medizintechnik in der Orthopädie"

Seminar Ethics of (Medical) Engineering

- Seminar Ethics of (Medical) Engineering, 2.5 ECTS, Christoph Merdes, Jens Kirchner, WS 2019/2020 26

Seminar und Praktikum Biosignalverarbeitung

- Seminar und Praktikum Biosignalverarbeitung, 5 ECTS, Clemens Forster, Ulrich Hoppe, WS 2019/2020 27

Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung 1

Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung 2

- Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung - Teil 2, 2.5 ECTS, Luitpold Distel, WS 2019/2020 29

Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung 3

Medizinprodukterecht (2018+)

- Medizinprodukterecht (2018+), 2.5 ECTS, Heike Leutheuser, u.a., Dozenten, WS 2019/2020 31

### 3 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV)

Algorithms of Numerical Linear Algebra

- Algorithms of Numerical Linear Algebra, 7.5 ECTS, Ulrich Rude, WS 2019/2020 33

Applied Visualization

Computer Graphics

UnivIS: 29.08.2021 16:52

4

- Computergraphik-VU, 5 ECTS, Marc Stamminger, WS 2019/2020 35
- Computer Vision
- Computergraphik (Vorlesung mit Übung und Praktikum)
- Computergraphik-VUP, 7.5 ECTS, Marc Stamminger, WS 2019/2020 37
- Cyber-Physical Systems
- Cyber-Physical Systems, 5 ECTS, Torsten Klie, WS 2019/2020 39
- Cyber-Physical Systems
- Cyber-Physical Systems
- Deep Learning
- Deep Learning, 5 ECTS, Andreas Maier, Tobias Würfl, Vincent Christlein, Lennart Hus- 41  
vogt, WS 2019/2020
- Digital Communications
- Digital Communications, 5 ECTS, Laura Cottatellucci, WS 2019/2020 43
- Digitale Signalverarbeitung
- Digitale Signalverarbeitung, 5 ECTS, Walter Kellermann, Andreas Brendel, WS 2019/2020 45
- Digitale Übertragung
- Domain-Specific and Resource-Aware Computing on Multicore Architectures (Vorlesung mit Übung)
- Domain-Specific and Resource-Aware Computing on Multicore Architectures, 5 ECTS, 47 Frank  
Hannig, WS 2019/2020
- Echtzeitsysteme
- Echtzeitsysteme-V+Ü, 5 ECTS, Peter Ulbrich, Simon Schuster, Phillip Raffeck, Florian 49 Schmaus,  
Peter Wägemann, WS 2019/2020
- Echtzeitsysteme 2
- Eingebettete Systeme
- Eingebettete Systeme, 5 ECTS, Jürgen Teich, WS 2019/2020 53
- Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)
- Eingebettete Systeme mit erweiterter Übung, 7.5 ECTS, Jürgen Teich, Frank Hannig, WS 55  
2019/2020
- Ereignisgesteuerte Systeme
- Ereignisgesteuerte Systeme, 5 ECTS, Stefan Wildermann, WS 2019/2020 57
- Functional Analysis for Engineers
- Functional Analysis for Engineers, 5 ECTS, Christoph Pflaum, WS 2019/2020 59
- Geometric Modeling
- Geometrische Modellierung - VU, 5 ECTS, Marc Stamminger, Roberto Grosso, WS 60  
2019/2020

## Grundlagen der Systemprogrammierung

### Hardware-Software-Co-Design

### Hardware-Software-Co-Design (Vorlesung mit erweiterter Übung)

### Heterogene Rechnerarchitekturen Online

- Heterogene Rechnerarchitekturen Online, 5 ECTS, Marc Reichenbach, Thomas Heller, 62

### Johannes Hofmann, WS 2019/2020

### Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung

- Information Theory and Coding, 5 ECTS, Ralf Müller, WS 2019/2020 64

### Kanalcodierung

- Kanalcodierung, 5 ECTS, Clemens Stierstorfer, WS 2019/2020 67

### Konzeptionelle Modellierung

- Konzeptionelle Modellierung, 5 ECTS, Richard Lenz, WS 2019/2020 71

### Künstliche Intelligenz I

- Künstliche Intelligenz I, 7.5 ECTS, Michael Kohlhase, WS 2019/2020 73

### Künstliche Intelligenz II

### Maschinelles Lernen für Zeitreihen

- Maschinelles Lernen für Zeitreihen, 5 ECTS, Björn Eskofier, Oliver Amft, WS 2019/2020 75

### Maschinelles Lernen für Zeitreihen Deluxe

- Maschinelles Lernen für Zeitreihen Deluxe, 7.5 ECTS, Björn Eskofier, Oliver Amft, WS 2019/2020 77

### Numerik I für Ingenieure

- Numerik I für Ingenieure, 5 ECTS, Wilhelm Merz, J. Michael Fried, Nicolas Neuß, u.a., WS 2019/2020 79

### Numerik II für Ingenieure

### Optimierung für Ingenieure

### Parallele Systeme

### Parallele Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)

### Pattern Analysis

### Pattern Recognition

- Pattern Recognition, 5 ECTS, Elmar Nöth, Sebastian Käßler, WS 2019/2020 81

### Pattern Recognition (Lecture + Exercises)

- Pattern Recognition Deluxe, 7.5 ECTS, Elmar Nöth, Sebastian Käßler, WS 2019/2020 83

### Reconfigurable Computing

- Reconfigurable Computing, 5 ECTS, Jürgen Teich, WS 2019/2020 86

Reconfigurable Computing (Lecture with Extended Exercises)

- Reconfigurable Computing with Extended Exercises, 7.5 ECTS, Jürgen Teich, WS 2019/2020 88

Signale und Systeme II

Speech and Audio Signal Processing

Statistical Signal Processing

- Statistische Signalverarbeitung, 5 ECTS, Walter Kellermann, Alexander Schmidt, WS 2019/2020 91

Systemnahe Programmierung in C

Systemprogrammierung

Systemprogrammierung Vertiefung

- Systemprogrammierung Vertiefung, 5 ECTS, Wolfgang Schröder-Preikschat, Jürgen Klei- 94  
öder, WS 2019/2020

Transformationen in der Signalverarbeitung

#### 4 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV)

A look inside the human body - gait analysis and simulation

- A look inside the human body - gait analysis and simulation, 2.5 ECTS, Anne Koelewijn, 96  
WS 2019/2020

Biomedizinische Signalanalyse

- Biomedizinische Signalanalyse, 5 ECTS, Felix Kluge, Björn Eskofier, WS 2019/2020 97

Computer Architectures for Medical Applications

Diagnostic Medical Image Processing

- Diagnostic Medical Image Processing (VHB-Kurs), 5 ECTS, Andreas 100  
Maier, WS 2019/2020

2019/2020

Diagnostic Medical Image Processing mit Übung

Geometry Processing

Image and Video Compression

Interventional Medical Image Processing

- Interventional Medical Image Processing (Online-Kurs), 5 ECTS, Andreas Maier, WS 2019/2020 102

Interventional Medical Image Processing mit Übung

Kommunikationsnetze

- Kommunikationsnetze, 5 ECTS, André Kaup, WS 2019/2020 104

Magnetic Resonance Imaging

- Magnetic Resonance Imaging 1, 5 ECTS, Frederik Laun, Andreas Maier, Armin Nagel, 106

WS 2019/2020

Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung

Methode der Finiten Elemente

Multidimensional Signals and Systems

Photonik 1

- Photonik 1, 5 ECTS, Bernhard Schmauß, WS 2019/2020 107

Visual Computing in Medicine

- Visual Computing in Medicine, 5 ECTS, Peter Hastreiter, Thomas Wittenberg, WS 109

2019/2020, 2 Sem.

Wearable and Implantable Computing

- Wearable and Implantable Computing, 5 ECTS, Oliver Amft, und Mitarbeiter/innen, WS 112

2019/2020

Geometry Processing

## 5 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV)

Biomaterial. für Tissue Engineering

Computational Medicine I

Computerunterstützte Messdatenerfassung

- Computerunterstützte Messdatenerfassung, 5 ECTS, Stefan J. Rupitsch, Michael Pon-114

schab, WS 2019/2020

Convex Optimization in Communications and Signal Processing

- Convex Optimization in Communications and Signal Processing, 5 ECTS, Wolfgang Ger- 116

stacker, WS 2019/2020

Data Warehousing und Knowledge Discovery in Databases

Datenstromsysteme mit Übungen

Echtzeitsysteme 2

Einführung in die IT-Sicherheit

- Einführung in die IT-Sicherheit, 5 ECTS, Felix Freiling, WS 2019/2020 118

Forensische Informatik

Human Computer Interaction

Human Factors in Security and Privacy

Image, Video, and Multidimensional Signal Processing

Informationssysteme in der Intensivmedizin

- Informationssysteme in der Intensivmedizin, 5 ECTS, Stefan Kraus, Dennis Toddenroth, 119

Ixchel Castellanos, Wolfgang Rödle, WS 2019/2020

Integrated Production Systems

- Integrated Production Systems (Lean Management), 5 ECTS, Jörg Franke, WS 2019/2020 121

Interaktive Computergraphik

Knowledge discovery in databases

Lasertechnik für die Medizintechnik

- Lasers in Healthcare Engineering, 2.5 ECTS, Florian Klämpfl, WS 2019/2020 123

Medizintechnische Anwendungen der Photonik

Molecular Communications

- Molecular Communications, 5 ECTS, Robert Schober, WS 2019/2020 124

Organic Computing

Security in Embedded Hardware

Test- und Analyseverfahren zur Software-Verifikation und Validierung

Verteilte Systeme - V+Ü

Visual Computing for Communication

eBusiness Technologies und Evolutionäre Informationssysteme

- eBusiness Technologies und Evolutionäre Informationssysteme, 5 ECTS, Christoph P. Neu- 125

mann, Richard Lenz, Florian Irmert, WS 2019/2020

eHealth

Datenstromsysteme und Knowledge Discovery in Databases

Image Processing in Optical Nanoscopy

- Image Processing in Optical Nanoscopy, 5 ECTS, Harald Köstler, Gerald Donnert, WS 128 2019/2020

Globale Beleuchtungsberechnung

## 6 Flexibles Budget / Flexible budget

BWL für Ingenieure (BW 1 + BW 2)

Innovation and Leadership

- Innovation and Leadership, 5 ECTS, Assistenten, Kathrin M. Möslein, WS 2019/2020 130

Innovation technology

MedTech Entrepreneurship Lab

Service innovation

BWL für Ingenieure

- BWL für Ingenieure, 5 ECTS, Kai-Ingo Voigt, WS 2019/2020, 2 Sem. 131

Innovation and leadership

Modulbezeichnung: Applications of nanotechnology in cardiovascular diseases (HNO 24) 2.5 ECTS

(Applications of nanotechnology in cardiovascular diseases)

Modulverantwortliche/r: Iwona Cicha

Lehrende: Christoph Alexiou, Iwona Cicha

Startsemester: WS 2019/2020 Dauer: 1 Semester Turnus: halbjährlich (WS+SS)

Präsenzzeit: 30 Std. Eigenstudium: 45 Std. Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Applications of nanotechnology in cardiovascular diseases (WS 2019/2020, Seminar, 2 SWS, Iwona Cicha)

Empfohlene Voraussetzungen:

Medical Doktorands, Master Students of Medical Engineering, Biology, and Integrated Life Sciences

Inhalt:

The special focus of the seminar is on:

- nanoparticulate contrast agents for the detection of vulnerable atherosclerotic plaques using state-of-the-art techniques;
- drug-delivery nanosystems for cardiac and cerebral ischemia and thrombosis;
- nano-biomaterials and nanofibre composites for vascular and cardiac tissue regeneration;
- novel nanoparticle-eluting and bio-degradable stents.

The clinical utility of these novel approaches is critically discussed.

Lernziele und Kompetenzen:

At this seminar, students learn about the basic pathomechanisms of cardiovascular diseases and the possible applications of nanotechnologies for diagnosis and therapy of different cardiovascular disorders. After attending the course, the students should be able to identify the key challenges in cardiovascular field and critically review novel technologies.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

Studien-/Prüfungsleistungen:

Applications of nanotechnology in cardiovascular diseases (Prüfungsnummer: 252989)

(englische Bezeichnung: Applications of nanotechnology in cardiovascular diseases)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Iwona Cicha

Modulbezeichnung: Bild am Dienstag - Medizin in Röntgenbildern (BiamDi) 2.5 ECTS  
(Find the disease - Case based teaching)

Modulverantwortliche/r: Michael Uder, Rolf Janka

Lehrende: Michael Uder, Rolf Janka

---

Startsemester: WS 2019/2020 Dauer: 1 Semester Turnus: halbjährlich (WS+SS) Präsenzzeit: 30 Std.  
Eigenstudium: 45 Std. Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Die Vorlesung beginnt am Dienstag, den 17.04.18.

MED 85501 Bild am Dienstag - Medizin in Röntgenbildern - Studiengang - MEDIZINTECHNIK (WS 2019/2020, Vorlesung, 1 SWS, Michael Uder et al.)

---

**Inhalt:**

Anhand von aktuellen Fällen werden interaktiv Röntgenbilder, Computertomographien, MRTomographien und Ultraschalluntersuchungen analysiert und Tipps für die Befundung gegeben. Oft werden dabei typische Differentialdiagnosen mit ähnlichen Veränderungen gezeigt oder weitere Fälle mit der gleichen Erkrankung. Ein Fall wird niemals zweimal gezeigt. Die Fälle bauen nicht aufeinander auf, so dass man jederzeit in die Vorlesung einsteigen kann.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden erkennen häufig vorkommende Erkrankungen mittels moderner Bildgebung.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Bild am Dienstag - Medizin in Röntgenbildern (Prüfungsnummer: 746003)

(englische Bezeichnung: Find the disease - Case based teaching)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 30 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Michael Uder

---

**Bemerkungen:**

Anhand konkreter Fälle werden typische Röntgenbefunde und ihre Differentialdiagnosen vorgestellt. Die behandelten Fälle kommen aus allen Bereichen der Medizin.

---

Modulbezeichnung: Interdisziplinäre Medizin (IntMed) 2.5 ECTS

Modulverantwortliche/r: Jürgen Schüttler

Lehrende: Stephan Achenbach, u.a.

---

Startsemester: WS 2019/2020 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 30 Std. Eigenstudium: 45 Std. Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Interdisziplinäre Medizin (WS 2019/2020, optional, Vorlesung, 2 SWS, Harald Mang et al.)

---

**Inhalt:**

Pneumologie und Thoraxchirurgie Asthma bronchiale; COPD, Pneumonie und Leitlinien; Diagnostik und Therapie des Bronchialcarcinoms; Demonstration von Techniken in der Thoraxchirurgie  
Gastroenterologie Die Endoskopieabteilung - das Herzstück der Gastro-enterologie, inkl. Hospitationen in Kleingruppen

Kardiologie und Neurologie Chest Pain Unit, Stroke Unit, Prozess-Reifegradmodell für Schlaganfall und Akutes Koronarsyndrom

Psychosoziale Medizin Psychotherapie: Ein gestuftes Versorgungsmodell; Liaisondienst, Psychokardiologie und weitere Anwendungen

Transfusionsmedizin Identitätssicherung, Chargendokumentation und Innerbetriebliche Leistungsverrechnung

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden lernen, wie Strukturen und Prozesse für die medizinische Beratung, Diagnostik und Behandlung gestaltet, implementiert und kontinuierlich verbessert werden können. Im Zentrum der Überlegungen stehen dabei die Gesichtspunkte Ressourcenmanagement, Wirtschaftlichkeit, medizinischer Nutzen und Patientenorientierung.

Literatur:

Unterlagen auf StudOn

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Interdisziplinäre Medizin (Prüfungsnummer: 505188)

(englische Bezeichnung: Interdisciplinary Medicine)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 30 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Harald Mang

---

Modulbezeichnung:	Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology (IntSysMed_f_Eng) (Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology)	2.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Julio Vera-Gonzalez	
Lehrende:	Julio Vera-Gonzalez	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

Lehrveranstaltungen:

Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology (WS 2019/2020, Vorlesung, 2,5 SWS, Julio Vera-Gonzalez et al.)

---

Inhalt:

Systems Biology is a novel approach, in which quantitative biomedical data are investigated using advanced computational tools for data analysis, modeling and simulation. The ultimate aim is to elucidate the structure and regulation of biochemical networks, giving support in the construction of

hypotheses and the design of experiments to biomedical researchers, but also in the interpretation of high throughput patient biomedical data. The targeted audience are master students, PhD students and young post-docs in the area of Medical Engineering, Bioinformatics, Computational Biology and Bioengineering. Course Sections: 1. Introduction to the Systems Biology approach 2. Biological and biomedical highthroughput data processing and analysis 3. Biochemical network reconstruction and analysis 4. Mathematical modeling and simulation of biochemical systems Lernziele und Kompetenzen:

Aims: In this course the basic concepts and tools for data analysis, network reconstruction and modeling used in systems biology will be introduced, discussed and practiced. These concepts will be illustrated with real case studies from biomedicine.

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology (Prüfungsnummer: 165919)

(englische Bezeichnung: Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Julio Vera-Gonzalez

---

Organisatorisches:

For more information and registration please contact Prof. Dr. Julio Vera-Gonzalez:

julio.veragonzalez@uk-erlangen.de Bemerkungen:

Systems Biology is a novel approach, in which quantitative biomedical data are investigated using advanced computational tools for data analysis, modeling and simulation. The ultimate aim is to elucidate the structure and regulation of biochemical networks, giving support in the construction of hypotheses and the design of experiments to biomedical researchers, but also in the interpretation of high throughput patient biomedical data.

---

Modulbezeichnung:	Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys) (Advances in Medical Systems Biology)	2.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Julio Vera-Gonzalez	
Lehrende:	Julio Vera-Gonzalez, Xin Lai, Christopher Lischer	

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

Lehrveranstaltungen:

Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie (WS 2019/2020, Seminar, 3 SWS, Julio Vera-Gonzalez)

---

Inhalt:

In this subject the students will be introduced to new approaches in medical systems biology. Medical systems biology aims to simulate, to analyse and to discuss biomedical mathematical models. This is a

multidisciplinary approach to understand biomedical systems. The following skills are expected from a student that has accomplished this subject.

- Literature research and discussion as well as performing a critical view of a topic.
- The ability to summarize and simplify broad biological information into a theoretical framework.
- To create and to simulate a mathematical model.
- To discuss the results from an in silico exercise and conclude biological insights from the model.

We evaluate these skills applying the principles of learning-by-doing.

Lernziele und Kompetenzen:

The students are faced to a real problem in biomedicine that they should solve and discuss in a report. The following learning goals should be satisfied to perform this exercise.

- Learning the basic concepts of molecular biology.
- Understanding the principles of systems biology and mathematical modeling.
- Applying the concepts of molecular biology to a specific biomedical problem to propose a theoretical framework.
- Analyse a real problem in biomedicine and propose a workflow to solve it.
- Evaluate the literature to enrich the biomedical knowledge of the theoretical framework.
- Create a mathematical model out of the theoretical framework to solve a biomedical problem

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

Studien-/Prüfungsleistungen:

Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys) (Prüfungsnummer: 76461)

(englische Bezeichnung: Advances in Medical Systems Biology)

Studienleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: keine Wdh.

1. Prüfer: Julio Vera-Gonzalez

Bemerkungen:

Um die Themen des wöchentlich stattfindenden Seminars zu erfahren, wenden Sie sich bitte an Prof. Dr. Julio Vera-Gonzalez: julio.vera-gonzalez@uk-erlangen.de

Modulbezeichnung:	Materialwissenschaften und Medizintechnik in der Orthopädie mit Online-Kurs "Angewandte MT in der Orthopädie" (MMO5) (Materials Science and Technology in Orthopaedics with online course "Applied Medical Engineering in Orthopaedics")	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Frank Seehaus	
Lehrende:	Frank Seehaus	

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Materialwissenschaften und Medizintechnik in der Orthopädie mit Onlinekurs "Angewandte Medizintechnik in der Orthopädie" (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Frank Seehaus)

**Inhalt:**

Materialwissenschaften und Medizintechnik in der Orthopädie und Unfallchirurgie

Die neue Vorlesung Materialwissenschaften und Medizintechnik in der Orthopädie soll eine interdisziplinäre Veranstaltung für Studenten der Humanmedizin aber auch für Materialwissenschaftler und Medizintechniker sein. In Ergänzung zur Hauptvorlesung Orthopädie sollen hier betont technische Aspekte in Bezug zu Diagnostik und Therapie spezifischer Krankheits- und Verletzungsbilder gesetzt werden. Dabei werden Patienten mit typischen Krankheitsbildern vorgestellt und Demonstrationsworkshops zu Implantaten und OP-Instrumentarien gegeben.

Themenschwerpunkte:

- Bildgebende Verfahren in der Orthopädie: Sonografie, Röntgen, CT, MRT, Szinti, SPECT, PET was, wann und wie? Auch eine ökonomische Frage? - Arthroskopie: Was kann man arthroskopisch erreichen? Wie funktioniert sie? Knorpelersatzverfahren wann und wie? - Frakturen und Osteosynthese: Implantattypen kennenlernen und deren Biomechanik verstehen. Welches Implantat wende ich wann an? - Rekonstruktionsverfahren am Beispiel der Schulterchirurgie: Wann und wie Sehnennaht und -refixation? Operative Verfahren zur Verbesserung des Gelenkspiels und zur Schmerzlinderung. - Grundprinzipien des Gelenkersatzes: Implantate und Verankerungstechniken. Biomechanik künstlicher Gelenke. Welches Implantat wende ich wann an? - Wirbelsäulenchirurgie: OP-Verfahren und deren Indikation. Stabilisierungen - wann und welchem Implantat? Wann sind Korsette und Mieder indiziert? - Kinderorthopädie: Orthopädische Krankheiten im Kindesalter. Besonderheiten im Wachstum. - Orthopädietechnik und Orthopädieschuhtechnik: Orthesen, Prothesen, Einlagen, Zurichtungen, Sonderbauten - was ist wann indiziert? - Septische Orthopädie: Was wenn sich ein Implantat infiziert? Lösungen für infizierte Gelenke und Knochen.

Gastvorträge: - Prof. Boccaccini: Materialien in der Orthopädie - welches Material wählen wir wann aus? Vor- und Nachteile der verschiedenen Materialien. - Prof. Wartzack: Entwicklung eines Medizinprodukts - von der Idee zur Marktreife.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Materialwissenschaften und Medizintechnik in der Orthopädie mit Onlinekurs (Prüfungsnummer: 749203)

(englische Bezeichnung: Materials Science and Technology in Orthopaedics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Raimund Forst

---

**Organisatorisches:**

Medizinstudenten im klinischen Abschnitt, Studierende der Medizintechnik oder Materialwissenschaften

**Bemerkungen:**

Interdisziplinäre Vorlesung für Medizinstudenten, Materialwissenschaftler, Medizintechniker, Wirtschaftsingenieure, Maschinenbauer, Mechatroniker und weitere Interessenten

Modulbezeichnung:	Medical communications (MedCom) (Medical communications)	2.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Miyuki Tauchi-Brück	
Lehrende:	Miyuki Tauchi-Brück	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen:	Medical communications (WS 2019/2020, Vorlesung, Miyuki Tauchi-Brück)	

#### Inhalt:

Advancement in medicine is a huge collaborative work involving physicians, patients, medical professionals, engineers, scientists, and authorities to name a few. To promote and ease the development, there are rules and regulations to follow that enable interdisciplinary groups work together. Skills and knowledge for the entire structure in medical development belong to "medical communications". This lecture is to introduce "medical communications" to undergraduate and graduate students with medicine-related majors. The contents include physicians-patients and researchers-authorities communications in relation to pre-clinical and clinical studies. The focus of the lecture is on clinical studies. Published articles in medical journals, regulatory documents, and/ or websites from different organizations will be used as study materials and active participation of students is expected.

##### 1. Clinical studies

1a. Phase 0-IV clinical studies for a new drug Study designs/ terminologies Objective of studies in each phase Different study designs for different objectives Subjects Ethical issues in clinical studies

Key statistics often used in clinical studies

1b. Clinical study for medical devices Classification of medical devices

##### 2. Communications

2a. Formality Guidelines from International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use (ICH) Regulations in studies with animal subjects (preclinical studies) European legislation Regulations in studies with human subjects (clinical studies) Arzneimittelgesetz (AMG) Sechster Abschnitt: Schutz des Menschen bei der klinischen Prüfung Declaration of Helsinki Good Clinical Practice Requirement for drug approval Requirement for CE marking of medical device

2b. Publication Journals: Manuscript writing/ reading Guidelines: CONSORT, STROBE, CARE, ARRIVE, etc Terminologies: MedDRA Conferences: Oral/ poster presentation

2c. Patients and publication ethics Patients' information/ informed consent Who are patients? What patients want to know: Information source for patients Lernziele und Kompetenzen:

The aim is to let the students:

- Understand the structures and designs of clinical studies, including drugs and medical devices;
- Be aware of ethical issues in clinical studies;
- Find problems and solutions in patient-physician communications;
- Practice soft skills used in medical communications, including "skimming and scanning" journal articles in unfamiliar fields, summarizing, writing, and presenting data.

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Medical communications (Prüfungsnummer: 205504)

(englische Bezeichnung: Medical communications)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Miyuki Tauchi-Brück

---

**Bemerkungen:**

About the lecturer: Miyuki Tauchi, Ph.D.& D.V.M., Deputy head at the laboratory for molecular and experimental cardiology, Medizinische Klinik 2 (Kardiologie und Angiologie), Universitätsklinikum Erlangen; and Freelance medical / scientific writer

Modulbezeichnung: Medical physics in radiation therapy (MSP) 10 ECTS  
(Medical physics in radiation therapy)

Modulverantwortliche/r: Christoph Bert

Lehrende: Christoph Bert

Startsemester: WS 2019/2020 Dauer: 2 Semester Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 90 Std. Eigenstudium: 210 Std. Sprache: Englisch

**Lehrveranstaltungen:**

Introduction to medical physics in radiation therapy (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Christoph Bert)

Lab class on medical physics in radiation therapy (SS 2020, Praktikum, 2 SWS, Christoph Bert)

Special topics of medical physics in radiation therapy (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Christoph Bert)

**Inhalt:**

This module is one out of three options currently offered within M1. It gives the most detailed introduction to medical physics in radiation therapy. Based on an introductory lecture offered each year in the winter term, details will be taught in the summer in a lab and a lecture on a special topic (varies each year). Apart from basics also needed and taught in other disciplines such as dosimetry or the basics of imaging modalities, the focus is on the physics aspects of modern radiation therapy techniques. These include: Intensity modulated radiation therapy (IMRT), Image Guided Radiation Therapy (IGRT), brachytherapy, motion compensated radiation therapy, hyperthermia and proton/ion beam therapy. The lab course intensifies the content of the lecture by hands-on sessions. The second lecture will specify on one or two of the topics in details (e.g., organ motion or dosimetry).

**Lernziele und Kompetenzen:**

**Wissen** Die Studierenden können die wesentlichen Begriffe der Medizinischen Physik definieren (z.B. Dosis, Fluenz, ...), den Ablauf einer strahlentherapeutischen Behandlung nennen und pro Schritt die relevanten medizin-physikalischen Arbeitsschritte angeben. Verstehen Insbesondere die Vorlesung zielt darauf ab, einen Gesamtüberblick über die medizin-physikalischen Aspekte der Strahlentherapie zu geben. Die Studierenden können daher bereits nach dem ersten Abschnitt des Moduls darstellen, welche Schritte bei der Behandlung eines Patienten essentiell sind. Da mehrere physikalische Aspekte in einigen Arbeitsschritten angewandt werden (z.B. Bildgebung), sind die Studierenden in der Lage auch abstrahiert wesentliche Aspekte zu veranschaulichen. Anwenden Im Rahmen des Praktikums werden die Studierenden das theoretische Wissen der Vorlesung benutzen, um an den klinisch verwendeten Geräten der Strahlenklinik Versuche durchzuführen. Daher wird zu Beginn jedes Versuchs durch den Betreuer geprüft, ob die Studierenden den Versuch-relevanten Stoff verstehen. Nach dem Modul sind die Studierenden in der Lage einige der wesentlichen Geräte (z.B. Linearbeschleuniger, CT, Dosimetriesysteme) selbständig anzuwenden. Durch Anfertigung des Praktikumsberichts wird dieses praktische Wissen verallgemeinert und in das theoretische Wissen der VL eingeordnet. Analysieren Die Versuche des Praktikums sind so angelegt, dass die Studierenden durch die Durchführung und die Ergebnisse die fundamentalen Regeln und Gesetze selbst bestimmen können (z.B. Dosis-Abstands-Relation). Das theoretische Wissen kann dadurch geprüft werden und durch ausreichend Zeit sollten die Studierenden teilweise in der Lage sein "spielerisch" die Materie zu erkunden.

**Literatur:**

Krieger: Strahlungsquellen für Technik und Medizin, Springer 2013 Krieger: Strahlungsmessung und Dosimetrie, Springer 2013 Krieger: Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes, Springer 2012 Herrmann/Baumann: Klinische Strahlenbiologie, Fischer Verlag Schlegel, Mahr: 3D Conformal Radiation Therapy, Springer Verlag 2001 Peter Metcalfe, Tomas Krone, Peter Hoban: The Physics of Radiotherapy X-Rays from Linear Accelerators, Medical Physics Publishing, 1997 Mayles,

Nahum, Rosenwald: Handbook of radiotherapy physics, Taylor and Francis, 2007 Morneburg:  
Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung  
Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Physics (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Medical physics in radiation therapy (Prüfungsnummer: 932939)

(englische Bezeichnung: Medical physics in radiation therapy)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

In addition to the oral exam of the lectures, a lab report is required. Details will be announced in the lecture during the winter term.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Christoph Bert

---

Modulbezeichnung:	Medical physics in radiation therapy - lab only (MSPL) (Medical physics in radiation therapy - lab only)	7.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Christoph Bert	
Lehrende:	Christoph Bert	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 165 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen:		
Introduction to medical physics in radiation therapy (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Christoph Bert)		
Lab class on medical physics in radiation therapy (SS 2020, Praktikum, 2 SWS, Christoph Bert)		

#### Inhalt:

This module is one out of three options currently offered within M1. It covers the introductory lecture in the winter term and the lab in the summer term, but not the lecture on a special topic. Apart from basics also needed and taught in other disciplines such as dosimetry or the basics of imaging modalities, the focus is on the physics aspects of modern radiation therapy techniques. These include: Intensity modulated radiation therapy (IMRT), Image Guided Radiation Therapy (IGRT), brachytherapy, motion compensated radiation therapy, hyperthermia and proton/ion beam therapy. The lab course intensifies the content of the lecture by hands-on sessions.

#### Lernziele und Kompetenzen:

Wissen Die Studierenden können die wesentlichen Begriffe der Medizinischen Physik definieren (z.B. Dosis, Fluenz, ...), den Ablauf einer strahlentherapeutischen Behandlung nennen und pro Schritt die relevanten medizin-physikalischen Arbeitsschritte angeben. Verstehen Insbesondere die Vorlesung zielt darauf ab, einen Gesamtüberblick über die medizin-physikalischen Aspekte der Strahlentherapie zu geben. Die Studierenden können daher bereits nach dem ersten Abschnitt des Moduls darstellen, welche Schritte bei der Behandlung eines Patienten essentiell sind. Da mehrere physikalische Aspekte in einigen Arbeitsschritten angewandt werden (z.B. Bildgebung), sind die Studierenden in der Lage auch abstrahiert wesentliche Aspekte zu veranschaulichen. Anwenden Im Rahmen des Praktikums werden die Studierenden das theoretische Wissen der Vorlesung benutzen, um an den klinisch verwendeten Geräten der Strahlenklinik Versuche durchzuführen. Daher wird zu Beginn jedes Versuchs durch den Betreuer geprüft, ob die Studierenden den Versuch-relevanten Stoff verstehen. Nach dem Modul sind die Studierenden in der Lage einige der wesentlichen Geräte (z.B. Linearbeschleuniger, CT, Dosimetriesysteme) selbständig anzuwenden. Auch Anfertigung des Praktikumsberichts wird dieses praktische Wissen verallgemeinert und in das theoretische Wissen der VL eingeordnet. Analysieren Die Versuche des Praktikums sind so angelegt, dass die Studierenden durch die Durchführung und die Ergebnisse die fundamentalen Regeln und Gesetze selbst bestimmen können (z.B. Dosis-Abstands-Relation). Das theoretische Wissen kann dadurch geprüft werden und durch ausreichend Zeit sollten die Studierenden teilweise in der Lage sein "spielerisch" die Materie zu erkunden.

#### Literatur:

Krieger: Strahlungsquellen für Technik und Medizin, Springer 2013 Krieger: Strahlungsmessung und Dosimetrie, Springer 2013 Krieger: Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes, Springer 2012 Herrmann/Baumann: Klinische Strahlenbiologie, Fischer Verlag Schlegel, Mahr: 3D Conformal Radiation Therapy, Springer Verlag 2001 Peter Metcalfe, Tomas Krone, Peter Hoban: The Physics of Radiotherapy X-Rays from Linear Accelerators, Medical Physics Publishing, 1997 Mayles, Nahum, Rosenwald: Handbook of radiotherapy physics, Taylor and Francis, 2007 Morneburg: Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung  
Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Physics (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Medical physics in radiation therapy - lab (Prüfungsnummer: 869515)

(englische Bezeichnung: Medical physics in radiation therapy - lab)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

In addition to the oral exam of the lecture, a lab report is required. Details will be announced in the lecture during the winter term.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Christoph Bert

---

Modulbezeichnung:	Medical physics in radiation therapy - special topic only (MSPS) (Medical physics in radiation therapy - special topic only)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Christoph Bert	
Lehrende:	Christoph Bert	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		
Introduction to medical physics in radiation therapy (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Christoph Bert)		
Special topics of medical physics in radiation therapy (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Christoph Bert)		

#### Inhalt:

This module is one out of three options currently offered within M1. Based on an introductory lecture offered each year in the winter term, more details will be taught on a special topic in a second lecture in the summer term. Apart from basics also needed and taught in other disciplines such as dosimetry or the basics of imaging modalities, the focus is on the physics aspects of modern radiation therapy techniques. These include: Intensity modulated radiation therapy (IMRT), Image Guided Radiation Therapy (IGRT), brachytherapy, motion compensated radiation therapy, hyperthermia and proton/ion beam therapy. The second lecture will specify on one or two of the topics in details (e.g., organ motion or dosimetry).

#### Lernziele und Kompetenzen:

Wissen Die Studierenden können die wesentlichen Begriffe der Medizinischen Physik definieren (z.B. Dosis, Fluenz, ...), den Ablauf einer strahlentherapeutischen Behandlung nennen und pro Schritt die relevanten medizin-physikalischen Arbeitsschritte angeben. Verstehen Insbesondere die Vorlesung zielt darauf ab, einen Gesamtüberblick über die medizin-physikalischen Aspekte der Strahlentherapie zu geben. Die Studierenden können daher bereits nach dem ersten Abschnitt des Moduls darstellen, welche Schritte bei der Behandlung eines Patienten essentiell sind. Da mehrere physikalische Aspekte in einigen Arbeitsschritten angewandt werden (z.B. Bildgebung), sind die Studierenden in der Lage auch abstrahiert wesentliche Aspekte zu veranschaulichen. Anwenden Im Rahmen des Praktikums werden die Studierenden das theoretische Wissen der Vorlesung benutzen, um an den klinisch verwendeten Geräten der Strahlenklinik Versuche durchzuführen. Daher wird zu Beginn jedes Versuchs durch den Betreuer geprüft, ob die Studierenden den Versuch-relevanten Stoff verstehen. Nach dem Modul sind die Studierenden in der Lage einige der wesentlichen Geräte (z.B. Linearbeschleuniger, CT, Dosimetriesysteme) selbständig anzuwenden. Durch Anfertigung des Praktikumsberichts wird dieses praktische Wissen verallgemeinert und in das theoretische Wissen der VL eingeordnet. Analysieren Die Versuche des Praktikums sind so angelegt, dass die Studierenden durch die Durchführung und die Ergebnisse die fundamentalen Regeln und Gesetze selbst bestimmen können (z.B. Dosis-Abstands-Relation). Das theoretische Wissen kann dadurch geprüft werden und durch ausreichend Zeit sollten die Studierenden teilweise in der Lage sein "spielerisch" die Materie zu erkunden.

#### Literatur:

Krieger: Strahlungsquellen für Technik und Medizin, Springer 2013 Krieger: Strahlungsmessung und Dosimetrie, Springer 2013 Krieger: Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes, Springer 2012 Herrmann/Baumann: Klinische Strahlenbiologie, Fischer Verlag Schlegel, Mahr: 3D Conformal Radiation Therapy, Springer Verlag 2001 Peter Metcalfe, Tomas Krone, Peter Hoban: The Physics of Radiotherapy X-Rays from Linear Accelerators, Medical Physics Publishing, 1997 Mayles, Nahum, Rosenwald: Handbook of radiotherapy physics, Taylor and Francis, 2007 Morneburg: Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung  
Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Physics (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Medical physics in radiation therapy - special topic (Prüfungsnummer: 848299)

(englische Bezeichnung: Medical physics in radiation therapy - special topic)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Details will be announced in the lecture during the winter term.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Christoph Bert

---

Modulbezeichnung: **Medizinische Biotechnologie (MBT: WPF (CBI), KF (LSE))** 5 ECTS  
(Medical Biotechnology)

Modulverantwortliche/r: Martin Christian Vielreicher

Lehrende: Oliver Friedrich, Barbara Kappes, Daniel Gilbert, Martin Christian Vielreicher

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

V+Ü+P = 2+1+1 SWS; Die LV ist für den Bachelor-Studiengang CBI ein WPF; Die LV ist für den Bachelor-Studiengang LSE ein KF; Inhalte der Veranstaltung sind identisch für CBI und LSE

Kernfach Medizinische Biotechnologie (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Martin Christian Vielreicher et al.)

Übung zum Kernfach Medizinische Biotechnologie (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Martin Christian Vielreicher et al.)

**Inhalt:**

- Bioelektrizität: Grundlagen der elektrischen Informations-Generierung und - Übertragung im Nervensystem höherer Organismen
- Anwendungen und Technologien zur Bioelektrizität
- Funktionsweise und biomedizinische Mechanismen der Sinnesorgane (Auge, Ohr) und technische Strategien zum Ersatz/Unterstützung der Sinnesfunktion
- Immunsystem und Antikörper; Prozesstechnische Verfahren der Antikörperproduktion (polyklonal, Impfung, monoklonale AK, rekombinante AK, personalisierte AK) und Aufreinigung in der Biotechnologie
- Grundzüge der Genetik und Gentechnik: Chimären, Klonierung, Transfektionen, transgene Tiere, knock-out Mäuse, Gensequenzierung
- Stammzell-Technologien

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- benennen die biophysikalischen und physikochemischen Grundlagen der Signalverarbeitung im Nervensystem und Sinnesorganen
- beschreiben, klassifizieren und bewerten verschiedene Verfahren der Immuntechnologie in der Biomedizin
- lösen spezifische Probleme der Klonierung in der Gentechnik für Forschung und Industrie durch Wahl der geeigneten Gentechnik-Verfahren
- erweitern ihre soft skills (Seminar), indem sie selbständig einen Vortrag zu speziellen Themen der Biotechnologie ausarbeiten, im Plenum präsentieren, die Zuhörer zur Diskussion anregen und ein Handout erstellen
- führen strukturierte Versuche (Praktikum) zur Analyse und Bewertung von Techniken zur PlasmidAufreinigung durch Literatur:

Wird in der Vorlesung bekannt gegeben

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Chemie- und Bioingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Life Science Engineering (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Medizinische Biotechnologie (Prüfungsnummer: 40701)

(englische Bezeichnung: Medical Biotechnology)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Prüfung besteht nach FPO aus 120 min schriftliche Prüfung mit 60 Multiple Choice Fragen. Die Bestehensgrenzen und Benotung regelt die APO der TF.

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021 1.

Prüfer: Oliver Friedrich

---

Modulbezeichnung:	Seminar Ethics of (Medical) Engineering (EthEng) (Seminar Ethics of (Medical) Engineering)	2.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Christoph Merdes, Jens Kirchner	
Lehrende:	Christoph Merdes, Jens Kirchner	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache:
Lehrveranstaltungen:	Ethics of Medical Engineering (WS 2019/2020, Seminar, Christoph Merdes et al.)	

**Inhalt:**

**Content:**

This course provides an introduction to the ethical reflection of engineering, with examples taken from the areas of medical technology, energy technology, biochemical engineering and others. It offers both an elementary introduction to normative ethics and a variety of specific problems, from the engineer's responsibility over the ethics of robotics to problems of justice and allocation in the larger context of the deployment of high-end medical technology under conditions of moderate scarcity. The course addresses

- basics of utilitarianism, deontological ethics and virtue ethics
- ethical challenges in the construction of semi-autonomous machines
- the ethical role and efficacy of professional codes
- just allocation of resources in society from the vantage point of medical technology
- the responsibility of engineers and whistleblowing
- dealing with test subjects and personal data
- ethical assessment of unintended and unforeseen consequences of technological development

**Literatur:**

Kraemer, F., Van Overveld, K., & Peterson, M. (2011). Is there an ethics of algorithms?. Ethics and Information Technology, 13(3), 251-260.

Kant, I. (1996[1785]). Groundworks for the metaphysics of morals. Kant's Practical Philosophy, Wood Allen & Gregor, Mary (ed.), Cambridge University Press, pp. 37-108.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Seminar Ethics of (Medical) Engineering (Prüfungsnummer: 772396)

(englische Bezeichnung: Seminar Ethics of (Medical) Engineering)

Prüfungsleistung, Seminarleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere Erläuterungen: entweder zwei kurze Essays oder 30 Minuten Vortrag + schriftliche Ausarbeitung

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer) 1.

Prüfer: Christoph Merdes

Modulbezeichnung:	Seminar und Praktikum Biosignalverarbeitung (BioSigVera)	5 ECTS
-------------------	--	--------

---

(Seminar and practical courses of signal proces

Modulverantwortliche/r: Clemens Forster

Lehrende: Clemens Forster, Ulrich Hoppe

---

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Deutsch

---

Lehrveranstaltungen:

Seminar und Praktikum zur Biosignalverarbeitung (WS 2019/2020, Seminar, 3 SWS, Anwesenheitspflicht, Clemens Forster et al.)

---

Empfohlene Voraussetzungen:

Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker, Naturwissenschaftler und Ingenieure

---

Inhalt:

Es werden verschiedene klinisch orientierte Methoden vorgestellt, mit denen verschiedene Vitalparameter am Menschen erfasst werden. Dazu werden zunächst die theoretischen Grundlagen im Seminar mittels Referaten vorgestellt. Anschließend werden im Praktikum entsprechende Versuche und Messungen durchgeführt. Zu jedem Praktikum muss eine Ausarbeitung (Praktikumsbericht) erstellt werden, in der Ergebnisse und Beobachtungen mit gängigen Methoden der Signalverarbeitung weiter analysiert und diskutiert werden.

Lernziele und Kompetenzen:

Inhalt des Seminars: Vorstellung klinisch relevanter Biosignale, Verfahren zu deren Ableitung und Weiterverarbeitung. In 7 Praktikumsnachmittagen werden Versuche und Messungen an den Teilnehmern durchgeführt und die abgeleiteten Signale sollen anschließend mit verschiedenen Verfahren nachbearbeitet werden. Folgende Versuche sind vorgesehen:

- Ableitung des EKG. Auswertung dazu: Einfluss von Abtastfrequenz und Filtereinstellung, Detektion und Eliminierung von Störungen, QRS-Detektion und Analyse von Spätpotentialen.
  - Nerv- und Muskelsignale: Ableitung von EMG und ENG zur Bestimmung der Nervenleitgeschwindigkeit. Prinzip der elektrischen Stimulation von Nerv und Muskel.
  - Spirometrie: Atemvolumina und deren Messung mittels Spirometrie. Messung des Atemwegswiderstandes und dessen Abhängigkeit von der Atemstellung. Automatische Bestimmung der gesuchten Größen.
  - Kreislauf: Messung des Blutdrucks nach Riva-Rocci, mittels automatischen Geräten und kontinuierlich. Analyse der Blutdruckregelung bei Belastung (Orthostase, körperliche Anstrengung). Analyse der Herzfrequenz in Abhängigkeit von der Atmung. Herzratenvariabilität.
  - EEG: Ableitung eines EEG. Klassifikation hinsichtlich der Frequenzanteile. Ableitung und Auswertung ereigniskorrelierter Potentiale im EEG.
  - Otoakustische Emissionen (OAE): Auslösen und Registrieren von OAE bei verschiedenen Lautstärken. Analyse von OAE.
  - Demonstration verschiedener Geräte und Verfahren zur Untersuchung am Patienten: Sensorische und akustische Schwellenmessungen, Gleichgewichtsregulation, Untersuchung der Farbempfindung, Gesichtsfeldmessung (Perimetrie).
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

**Seminar und Praktikum Biosignalverarbeitung**

(englische Bezeichnung: Seminar and practical courses of signal processing in humans)

Prüfungsleistung, Seminarleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen: mündliche Prüfung

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Clemens Forster

---

---

Modulbezeichnung:	Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung - Teil 2 (GruBioStra2) (Fundamentals of biological effects of radiation II)	2.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Luitpold Distel	
Lehrende:	Luitpold Distel	

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: unregelmäßig
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Im Master MT im Rahmen von M1 einbringbar, im Bachelor MT nur "Freie Wahl Uni". Die einzelnen Teile können unabhängig voneinander belegt werden.

Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung Teil 2 (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Luitpold Distel)

---

Empfohlene Voraussetzungen: Keine.

---

**Inhalt:**

Das Thema des Moduls ist die strahleninduzierte Krebsentstehung und alle damit in Zusammenhang stehende Mechanismen, die diesen Prozess fördern oder einschränken.

Im zweiten Teil werden die Regulation der Zellteilung, die Informationsweitergabe in der Zelle und die notwendigen Veränderungen in der Regulation besprochen, so dass es zur unkontrollierten Zellteilung und damit zur Tumorentstehung kommt. Die verschiedenen Möglichkeiten des Zelltodes und der Einfluss durch das Immunsystem werden dargestellt. Über akute und chronische durch Strahlung ausgelöste Nebenwirkungen sowie die epidemiologischen Daten von Hiroshima und Nagasaki sowie Tschernobyl werden berichtet.

Das für den Nachweis der verschiedenen Effekte benötigte methodische Vorgehen wird in den Stunden bei Besprechung der jeweiligen Effekte abgehandelt.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden erwerben Kenntnisse

- der Grundlagen der Zellbiologie
- der Grundlagen der Strahlenwirkung
- der Grundlagen der Krebsentstehung
- der akuten und chronischen Nebenwirkungen der Strahlung

Kompetenzen: Die Studenten erwerben Kenntnisse mit denen das Risiko für das Auftreten von strahleninduzierten Tumoren sowie von akuten und chronischen Nebenwirkungen abgeschätzt werden können. Literatur:

- Skripte, Folien, Arbeitsmaterialien und Literaturverweise sind unter Studon abgelegt: OnlineAngebote » 3. Med » 3.2 Klinikum » Strahlenklinik » Lehrstuhlbereich » Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung
  - Weitere Informationen auf der Homepage der Strahlenklinik: <http://www.strahlenklinik.ukerlangen.de/lehre/weitere-vorlesungen/biologische-veranstaltungen/grundlagen-der-strahlenbiologie>
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Physics (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung 2 (Prüfungsnummer: 948058)

(englische Bezeichnung: Fundamentals of biological effects of radiation II)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 45 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Luitpold Distel

---

Bemerkungen:

Teil 1 keine Voraussetzung für Teil 2

Modulbezeichnung:	Medizinprodukterecht (2018+) (MPR (2018+)) (Medical Device Legislation (2018+))	2.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Heike Leutheuser, Lisa Walter	
Lehrende:	Dozenten, Heike Leutheuser, u.a.	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache:
Lehrveranstaltungen:	Medizinprodukterecht (WS 2019/2020, Seminar, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Heike Leutheuser et al.)	

#### Inhalt:

Um 2,5 ECTS zu erhalten, müssen Sie an 6 Seminartagen teilnehmen. Die ersten beiden Seminartage, die jedes Semester angeboten werden, sind obligatorisch für Studierende. Sie können auch einen Kurstag im folgenden Semester besuchen, wenn Ihnen dort ein Thema besser gefällt, es empfiehlt sich aber, das Seminar innerhalb eines Semesters zu absolvieren.

Die Seminartage finden jeweils ganztätig von 9:00-17:00 Uhr statt. Im Sommersemester angebotene Seminare:

- Einführung in das Medizinprodukterecht (für Studierende obligatorisch)
- Risikomanagement in der MT (für Studierende obligatorisch)
- Qualitätsmanagementsysteme in der MT
- Medizinprodukte am Markt, in Betrieb und Anwendung
- Andere Länder, andere Sitten: USA, China, Brasilien, Japan, Kanada, Australien
- Medical Device Regulation

Im Wintersemester angebotene Seminare:

- Einführung in das Medizinprodukterecht (für Studierende obligatorisch)
- Risikomanagement in der MT (für Studierende obligatorisch)
- Klinische Bewertung
- Software für Medizinprodukte
- Gebrauchstauglichkeit für Medizinprodukte
- E-Health / M-Health

#### Lernziele und Kompetenzen:

Der Zertifikatslehrgang Medizinprodukterecht bietet die Kombination von Wissensgewinn im universitären Umfeld mit Seminarcharakter und der Möglichkeit, Kontakte zur Industrie zu knüpfen. Sie lernen den gesetzlichen Rahmen für Produkte der Medizintechnik kennen. Sie verstehen die Bedingungen, Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen entsprechenden Richtlinien, Gesetzen und Normen. Sie werden in die Lage versetzt, erfolgreich und zeitgerecht notwendige Maßnahmen zur Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben zu ergreifen.

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M1 Medizinische Vertiefungsmodule)

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Medizinprodukterecht (2018+) (Prüfungsnummer: 834699)

(englische Bezeichnung: Medical Device Legislation (2018+))

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Björn Eskofier

---

**Bemerkungen:**

Dieses Modul gilt nur für Studierende ab der FPO-Version 2018!

Es kann in der Modulgruppe M1 eingebracht werden.

Für die FPO-Version 2013 ist das Modul ohne den Namenszusatz "(2018+)" relevant!

---

Modulbezeichnung:	Algorithms of Numerical Linear Algebra (ANLA) (Algorithms of Numerical Linear Algebra)	7.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Ulrich Rüde	
Lehrende:	Ulrich Rüde	

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 165 Std.	Sprache: Englisch

---

Lehrveranstaltungen:

- Algorithms of Numerical Linear Algebra (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Ulrich Rüde)
  - Exercises in Algorithms of Numerical Linear Algebra (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Sebastian Eibl)
- 

Empfohlene Voraussetzungen:

- Elementary Numerical Mathematics
  - Engineering Mathematics or Equivalent,
- 

Inhalt:

- Vectors
- Matrices
- Vector Spaces
- Matrix Factorizations
- Orthogonalisation
- Singular Value Decomposition
- Eigenvalues
- Krylov Space Methods
- Arnoldi Method
- Lanczos Method
- Multigrid

Lernziele und Kompetenzen:

Providing students with a solid theoretical background for the foundations of modern solution techniques in Computational Engineering Literatur:

Trefethen, Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM 1997

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Algorithms of Numerical Linear Algebra (Prüfungsnummer: 352989)

(englische Bezeichnung: Algorithms of Numerical Linear Algebra)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben.

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021 1.

Prüfer: Ulrich Rüde

---

Organisatorisches:

Lectures and Exercises will be mixed in a flexible way

Modulbezeichnung:	Computergraphik-VU (CG-VU) (Computer Graphics)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Marc Stamminger	
Lehrende:	Marc Stamminger	
Startsemester:	WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester
Präsenzzeit:	60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.
		Turnus: jährlich (WS)
		Sprache: Deutsch und Englisch
Lehrveranstaltungen:	Computergraphik (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Marc Stamminger) Übungen zur Computergraphik (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, N.N.)	

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: Algorithmmik  
kontinuierlicher Systeme

#### Inhalt:

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik:

- Graphik Pipeline
- Clipping
- 3D Transformationen
- Hierarchische Display Strukturen
- Perspektive und Projektionen
- Visibilitätsbetrachtungen
- Rastergraphik und Scankonvertierung
- Farbmodelle
- Lokale und globale Beleuchtungsmodelle
- Schattierungsverfahren
- Ray Tracing und Radiosity
- Schatten und Texturen

#### Contents:

This lecture covers the following aspects of Computer Graphics:

- graphics pipeline
- clipping
- 3D transformations
- hierarchical display structures
- perspective transformations and projections
- visibility determination
- raster graphics and scan conversion
- color models
- local and global illumination models
- shading models
- ray tracing and radiosity
- shadows and textures

Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden

- geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder
- erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone

- beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten
- skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Visibilitätsberechnung
- vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik
- illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen
- erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline
- lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen
- klassifizieren Schattierungsverfahren
- bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiosity

Educational objectives and skills:

Students should be able to

- describe the processing steps in the graphics pipeline
  - explain clipping algorithms for lines and polygons
  - explain, characterize and compute affine and perspective transformations in 2D and 3D, and provide an intuitive description of the general form of corresponding transformation matrices in homogeneous coordinates
  - depict techniques to compute depth, occlusion and visibility
  - compare the different color models
  - describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes
  - explain the algorithms for rasterization and scan conversion
  - solve problems with shading and texturing of 3D virtual models
  - classify different shadowing techniques
  - explain the difference between local and global illumination techniques and formulate algorithms for ray tracing and radiosity
- Literatur:
- P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002
  - Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGL. Pearson
  - Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice
  - Rauber: Algorithmen der Computergraphik
  - Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik
  - Encarnaçao, Strasser, Klein: Computer Graphics

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Maschinenbau (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Computergraphik (Vorlesung mit Übung) (Prüfungsnummer: 38201)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Übung: 50% der schriftlichen Aufgaben, Modulnote durch Klausur über 60 Minuten

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Marc Stamminger

Bemerkungen:

Vorlesungsunterlagen, Übungsblätter und die Klausur sind in englischer Sprache

---

Modulbezeichnung: Computergraphik-VUP (CG-VUP) 7.5 ECTS  
(Computer Graphics)

Modulverantwortliche/r: Marc Stamminger

Lehrende: Marc Stamminger

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 135 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:

Computergraphik (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Marc Stamminger)

Übungen zur Computergraphik (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, N.N.)

Vertiefte Übungen zur Computergraphik (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, N.N.)

---

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: Algorithmik  
kontinuierlicher Systeme

Inhalt:

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik:

- Graphik Pipeline
- Clipping
- 3D Transformationen
- Hierarchische Display Strukturen
- Perspektive und Projektionen
- Visibilitätsbetrachtungen
- Rastergraphik und Scankonvertierung
- Farbmodelle
- Lokale und globale Beleuchtungsmodelle
- Schattierungsverfahren
- Ray Tracing und Radiosity
- Schatten und Texturen

Lernziele und Kompetenzen: Die  
Studierenden

- geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder
- erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone
- beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten
- skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Visibilitätsberechnung
- vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik
- illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen
- erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline
- implementieren 3D Transformationen mithilfe der Programmiersprache C++ und der graphischen Bibliothek OpenGL
- Implementieren Beleuchtungsmodelle und Texturierung von virtuellen 3D Objekten mithilfe der Programmiersprachen OpenGL und GLSL
- lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen
- klassifizieren Schattierungsverfahren
- bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiosity

Educational objectives and skills:

Students should be able to

- describe the processing steps in the graphics pipeline
  - explain clipping algorithms for lines and polygons
  - explain, characterize and compute affine and perspective transformations in 2D and 3D, and provide an intuitive description of the general form of corresponding transformation matrices in homogeneous coordinates
  - depict techniques to compute depth, occlusion and visibility
  - compare the different color models
  - describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes
  - explain the algorithms for rasterization and scan conversion
  - solve problems with shading and texturing of 3D virtual models
  - classify different shadowing techniques
  - explain the difference between local and global illumination techniques and formulate algorithms for ray tracing and radiosity
- Literatur:
- P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002
  - Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGLD. Pearson
  - Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice
  - Rauber: Algorithmen der Computergraphik
  - Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik
  - Encarnaçã, Strasser, Klein: Computer Graphics
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Computergraphik (Vorlesung mit Übung und Praktikum) (Prüfungsnummer: 321743)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Übung: 50% der schriftlichen Aufgaben, Praktikum: 50% der Programmieraufgaben, Modulnote durch Klausur über 60 Minuten

Erstablegung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Marc Stamminger

---

Bemerkungen:

Vorlesungsunterlagen, Übungsblätter und die Klausur sind in englischer Sprache

---

Modulbezeichnung:	Cyber-Physical Systems (CPS) (Cyber-Physical Systems)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Torsten Klie	
Lehrende:	Torsten Klie	
Startsemester:	WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester
Präsenzzeit:	60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.
		Turnus: halbjährlich (WS+SS)
		Sprache: Deutsch

---

Lehrveranstaltungen:

**Inhalt:**

Klassische Computersysteme zeichnen sich durch eine strikte Trennung von realer und virtueller Welt aus. Moderne Steuerungssysteme, die z.B. in modernen Fahrzeugen verbaut sind und die aus einer Vielzahl von Sensoren und Aktoren bestehen, entsprechen diesem Bild nur sehr eingeschränkt. Diese Systeme, oft "Cyber-Physical Systems (CPS)" genannt, erkennen ihre physische Umgebung, verarbeiten diese Informationen und können die physische Umwelt auch koordiniert beeinflussen. Hierzu ist eine starke Kopplung von physischem Anwendungsmodell und dem Computer-Steuerungsmodell nötig. Im Unterschied zu Eingebetteten Systemen bestehen CPS meist aus vielen vernetzten Komponenten, die sich selbständig untereinander koordinieren. Diese Vorlesung spannt den Bogen von kontrolltheoretischen Grundlagen über Selbstorganisationsprinzipien bis hin zu visionären Anwendungen aus den Bereichen Verkehr und Medizintechnik. Ferner werden Entwurfsmethoden für Cyber-Physical Systems vorgestellt.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erläutern, was Cyber-Physical Systems sind und auf welchen technologischen Grundlagen sie aufbauen, insbesondere in den Bereichen Regelungstechnik, Ablaufplanung, Kommunikation und Selbstorganisation
- bewerten CPS in verschiedenen Anwendungsgebieten
- stellen den Entwurfsprozess von CPS dar, insbesondere die Modellierung und die grundlegende Programmierung
- entdecken wesentliche Herausforderungen beim Entwurf, Ausbringung und Einsatz von CPS

**Literatur:**

Otto Föllinger Regelungstechnik. Hüthig 1992.

Rolf Isermann Mechatronische Systeme. Springer 2008.

Hilmar Jaschek und Holger Voos Grundkurs der Regelungstechnik. Oldenbourg 2010.

Jörg Kahlert Crash-Kurs Regelungstechnik. VDE Verlag 2010.

Wolfgang Schneider Praktische Regelungstechnik. Vieweg+Teubner 2008.

Wayne Wolf Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design. Elsevier 2008

Dave Hakkens Projekt „Phonebloks“. 2013

Dustin Earley Motorola's Project Ara is the modular phone of the future. Android and Me 2013

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung  
Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Mündliche Prüfung Cyber-Physical Systems (Prüfungsnummer: 636348)

(englische Bezeichnung: Oral Examination on Cyber-Physical Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 30 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Torsten Klie

---

Modulbezeichnung:	Deep Learning (DL) (Deep Learning)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Andreas Maier	
Lehrende:	Andreas Maier, Vincent Christlein, Lennart Husvagt, Tobias Würfl	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen:	Deep Learning (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Andreas Maier et al.) Deep Learning Exercises (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Leonid Mill et al.)	

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: Introduction to Pattern Recognition

#### Inhalt:

Deep Learning (DL) has attracted much interest in a wide range of applications such as image recognition, speech recognition and artificial intelligence, both from academia and industry. This lecture introduces the core elements of neural networks and deep learning, it comprises:

- (multilayer) perceptron, backpropagation, fully connected neural networks
- loss functions and optimization strategies
- convolutional neural networks (CNNs)
- activation functions
- regularization strategies
- common practices for training and evaluating neural networks
- visualization of networks and results
- common architectures, such as LeNet, Alexnet, VGG, GoogleNet
- recurrent neural networks (RNN, TBPTT, LSTM, GRU)
- deep reinforcement learning
- unsupervised learning (autoencoder, RBM, DBM, VAE)
- generative adversarial networks (GANs)
- weakly supervised learning
- applications of deep learning (segmentation, object detection, speech recognition, ...)

The accompanying exercises will provide a deeper understanding of the workings and architecture of neural networks.

#### Lernziele und Kompetenzen:

The students

- explain the different neural network components,
- compare and analyze methods for optimization and regularization of neural networks,
- compare and analyze different CNN architectures,
- explain deep learning techniques for unsupervised / semi-supervised and weakly supervised learning,
- explain deep reinforcement learning,
- explain different deep learning applications,
- implement the presented methods in Python,
- autonomously design deep learning techniques and prototypically implement them,
- effectively investigate raw data, intermediate results and results of Deep Learning techniques on a computer,
- autonomously supplement the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature,
- discuss the social impact of applications of deep learning applications. Literatur:

- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning. MIT Press, 2016.
  - Christopher Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag, Heidelberg, 2006
  - Yann LeCun, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton: Deep learning. Nature 521, 436 - 444 (28 May 2015)
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung  
Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)",  
"Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Master of  
Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "International Information  
Systems (IIS) (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Deep Learning (Prüfungsnummer: 901895)

(englische Bezeichnung: Deep Learning)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

30-minütige mündliche Prüfung über den Stoff der Vorlesung und der Übungen. Voraussetzung ist die erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben. 30 minute oral exam about the lecture and the exercises. It is required to successfully complete the exercises. Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Andreas Maier

---

Modulbezeichnung:	Digital Communications (DiCo) (Digital Communications)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Laura Cottatellucci	
Lehrende:	Laura Cottatellucci	

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

#### Lehrveranstaltungen:

- Digital Communications (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Laura Cottatellucci)
- Tutorial for Digital Communications (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Aravindh Krishnamoorthy)

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Nachrichtentechnische Systeme

#### Inhalt:

Alle modernen Kommunikationssysteme basieren auf digitalen Übertragungsverfahren.

Diese Vorlesung befasst sich mit den Grundlagen der Analyse und des Entwurfs digitaler Sender und Empfänger. Dabei wird zunächst von einem einfachen Kanalmodell bei dem das Empfangssignal nur durch additives weißes Gaußsches Rauschen gestört wird ausgegangen. Im Verlauf der Vorlesung werden aber auch Kanäle mit unbekannter Phase sowie verzerrende Kanäle betrachtet. Behandelt werden unter anderem digitale Modulationsverfahren (z.B. Pulsamplitudenmodulation (PAM), digitale Frequenzmodulation (FSK), und Kontinuierliche-Phasenmodulation (CPM)), Orthogonalkonstellationen, das Nyquistkriterium in Zeit- und Frequenzbereich, optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren, die Signalraumdarstellung digital modulierter Signale, verschiedene Entzerrungsverfahren, und Mehrträger-Übertragungsverfahren.

—

Modern communication systems are based on digital transmission methods.

This course covers basics of analysis and design of digital transmitters and receivers. Initially, we consider a simple channel model whose received signal is impaired only by additive white Gaussian noise. Then, we extend fundamental concepts to channels with unknown phases and distortion. Additionally, we treat digital modulation techniques, e.g., pulse amplitude modulation (PAM), digital frequency modulation (FSK) and continuous-phase modulation (CPM), and orthogonal constellations. The Nyquist criterion in time and frequency domain, optimal coherent and incoherent detection and decoding methods, signal space representations of digitally modulated signals, various equalization methods, and multicarrier transmission methods are also discussed.

#### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- analysieren und klassifizieren digitale Modulationsverfahren hinsichtlich ihrer Leistungs- und Bandbreiteneffizienz sowie ihres Spitzenwertfaktors,
- ermitteln notwendige Kriterien für impulsinterferenzfreie Übertragung,
- charakterisieren digitale Modulationsverfahren im Signalraum,
- ermitteln informationsverlustfreie Demodulationsverfahren,
- entwerfen optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren,
- vergleichen verschiedene Entzerrungsverfahren hinsichtlich deren Leistungsfähigkeit und Komplexität,
- entwerfen einfache digitale Übertragungssysteme mit vorgeschriebenen Leistungs- und Bandbreiteneffizienzen sowie Spitzenwertfaktoren.

—

The students

- analyze and classify digital modulation techniques in terms of performance and bandwidth efficiency as well as crest factor,
  - determine necessary criteria to design impulses for interference-free transmission,
  - characterize digital modulation methods in signal space,
  - determine information loss-free demodulation methods,
  - design optimal coherent and incoherent detection and decoding methods,
  - compare different equalization methods in terms of performance and complexity,
  - design simple digital transmission systems with prescribed power and bandwidth efficiency and crest factor.
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Digital Communications (Prüfungsnummer: 78001)

(englische Bezeichnung: Digital Communications)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Laura Cottatellucci, 2. Prüfer: Robert Schober

---

Modulbezeichnung:	Digitale Signalverarbeitung (DSV) (Digital Signal Processing)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Walter Kellermann	
Lehrende:	Walter Kellermann, Andreas Brendel	

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

#### Lehrveranstaltungen:

- Digitale Signalverarbeitung (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Walter Kellermann)
- Ergänzungen und Übungen zur Digitalen Signalverarbeitung (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Andreas Brendel et al.)
- Tutorium zur Digitalen Signalverarbeitung (WS 2019/2020, optional, Tutorium, 1 SWS, Andreas Brendel)

#### Empfohlene Voraussetzungen:

Vorlesung Signale und Systeme I & II

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Signale und Systeme II  
 Signale und Systeme I

#### Inhalt:

The course assumes familiarity with basic theory of discrete-time deterministic signals and linear systems and extends this by a discussion of the properties of idealized and causal, realizable systems (e.g., lowpass, Hilbert transformer) and corresponding representations in the time domain, frequency domain, and z-domain. Thereupon, design methods for recursive and nonrecursive digital filters are discussed. Recursive systems with prescribed frequency-domain properties are obtained by using design methods for Butterworth filters, Chebyshev filters, and elliptic filters borrowed from analog filter design. Impulse-invariant transform and the Prony-method are representatives of the considered designs with prescribed time-domain behaviour. For nonrecursive systems, we consider the Fourier approximation in its original and its modified form introducing a broad selection of windowing functions. Moreover, the equiripple approximation is introduced based on the Remez-exchange algorithm.

Another section is dedicated to the Discrete Fourier Transform (DFT) and the algorithms for its fast realizations ('Fast Fourier Transform'). As related transforms we introduce cosine and sine transforms. This is followed by a section on nonparametric spectrum estimation. Multirate systems and their efficient realization as polyphase structures form the basis for describing analysis/synthesis filter banks and discussing their applications.

The last section is dedicated to investigating effects of finite wordlength as they are unavoidable in any realization of digital signal processing systems.

A corresponding lab course on DSP will be offered in the winter term.

#### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- analysieren zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme durch Ermittlung der beschreibenden Funktionen und Parameter
- wenden grundlegende Verfahren zum Entwurf zeitdiskreter Systeme an und evaluieren deren Leistungsfähigkeit
- verstehen die Unterschiede verschiedener Methoden zur Spektralanalyse und können damit vorgegebene Signale analysieren

- verstehen die Beschreibungsmethoden von Multiraten-Systemen und wenden diese zur Beschreibung von Filterbänken an
- kennen elementare Methoden zur Analyse von Effekten endlicher Wortlängen und wenden diese auf zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme an

The students

- analyze discrete-time linear time-invariant systems by determining the describing function and parameters
- apply fundamental approaches for the design of discrete-time systems and evaluate their performance
- understand the differences between various methods for spectral analysis and apply them to the analysis of given signals
- understand methods to represent multirate systems and apply them for the representation of filter banks
- know basic methods for the analysis of finite word length effects and apply them to discrete-time linear time-invariant systems.

Literatur:

Empfohlene Literatur/ Recommended Reading:

1. J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.
  2. A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.
  3. K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Digitale Signalverarbeitung (Prüfungsnummer: 35001)

(englische Bezeichnung: Digital Signal Processing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Walter Kellermann

---

Modulbezeichnung:	Domain-Specific and Resource-Aware Computing on Multicore Architectures (DSC) (Domain-Specific and Resource-Aware Computing on Multicore	5 ECTS
-------------------	--	--------

---

Architectures)		
Modulverantwortliche/r:	Frank Hannig	
Lehrende:	Frank Hannig	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch
Lehrveranstaltungen:		
Domain-Specific and Resource-Aware Computing on Multicore Architectures (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Frank Hannig)		
Übung zu Domain-Specific and Resource-Aware Computing on Multicore Architectures (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Frank Hannig)		

#### Inhalt:

Der gegenwärtige Trend von Multi-Core-Architekturen mit mehreren Prozessorkernen hin zu Architekturen mit hunderten oder tausenden Prozessoren bietet ein enormes Potential für schnellere, energieeffizientere, kostengünstigere Systeme und vollkommen neue Anwendungen. Auf der anderen Seite ergeben sich aus der steigenden Komplexität und Strukturgrößen im Nanometerbereich erhebliche Herausforderungen, angefangen bei der Technologie, beim Architekturentwurf bis hin zur Programmierung Systeme basierend auf gemeinsamen Speicher oder zentralverwaltete werden in Zukunft nicht mehr skalieren. Hier Bedarf es neuer Architektur- und Programmierkonzepte, um die Skalierbarkeit zu gewährleisten, sowie Methoden zur Optimierung der Ressourcenauslastung, des Leistungsverbrauchs, der Performance und der Toleranz von Fehlern. Um diese unterschiedlichen Ziele zu erreichen, werden in der Lehrveranstaltung zwei wesentliche Ansätze betrachtet: *Ressourcenverwaltung / Ressourcengewahrene Programmierung* und *Domänenspezifisches Rechnen*. Die Grundidee der ressourcengewahren Programmierung besteht darin, parallelen Programmen die Fähigkeit zu verleihen, selbstadaptiv zur Laufzeit in Abhängigkeit des Zustands von Ressourcen, Berechnungen auf diese zu verteilen, und nach paralleler Abarbeitung diese wieder frei zu geben. Beim domänenspezifischen Rechnen versucht man die oben genannten Ziele durch Einschränkung und Spezialisierung auf ein bestimmtes Anwendungsgebiet oder Problemfeld zu erreichen.

Die Lehrveranstaltung gliedert sich im Wesentlichen in folgende Teile:

- Im ersten Teil werden aktuelle parallele Prozessorarchitekturen vorgestellt und nach unterschiedlichen Merkmalen klassifiziert. Außerdem werden gegenwärtige und zukünftige Herausforderungen von Architekturen und deren Programmierung betrachtet.
- Im zweiten Teil der Veranstaltung werden Abbildungsmethoden und Ansätze, wie zum Beispiel *Invasives Rechnen* zur ressourcengewahren Programmierung für Multi- und Many-Core-Architekturen vorgestellt.
- Domänenspezifisches Rechnen wird im dritten Teil der Lehrveranstaltung betrachtet. Hierbei werden grundlegende Entwurfsmuster und Ansätze domänenspezifischer Sprachen erörtert und an konkreten Beispielen vertieft.

Schwerpunkt der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundlagen moderner Multi- und Many-Core-Architekturen und Abbildungstechniken auf diese. Des Weiteren werden Programmierkenntnisse in den Sprachen Scala und X10 erlernt.

#### Lernziele und Kompetenzen:

##### *Fachkompetenz Analysieren*

- Die Studierenden klassifizieren grundlegende Arten der Parallelverarbeitung und paralleler Prozessorarchitekturen nach unterschiedlichen Merkmalen.
- Die Studierenden diskutieren gegenwärtige und zukünftige Herausforderungen von Multi-Core-Architekturen.

##### *Evaluieren (Beurteilen)*

- Die Studierenden evaluieren und vergleichen Konzepte der *ressourcengewahren Programmierung* und des *domänenspezifischen Rechnens*.

### *Erschaffen*

- Die Studierenden konzipieren und entwickeln einfache *domänenspezifische Programmiersprachen*.
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Domain-Specific and Resource-Aware Computing on Multicore Architectures (Vorlesung mit Übung)  
(Prüfungsnummer: 293143)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Frank Hannig

---

---

Modulbezeichnung:	Echtzeitsysteme-V+Ü (EZS-VU) (Real-Time Systems L+E)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Peter Ulbrich	
Lehrende:	Peter Wägemann, Simon Schuster, Florian Schmaus, Phillip Raffeck, Peter Ulbrich	

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 60 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

- Echtzeitsysteme (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Peter Ulbrich)
  - Übungen zu Echtzeitsysteme (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Simon Schuster et al.)
  - Rechnerübungen zu Echtzeitsysteme (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Simon Schuster et al.)
- 

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich.

Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein, eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang nicht.

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

- Systemprogrammierung
  - Systemnahe Programmierung in C
  - Grundlagen der systemnahen Programmierung in C
  - Grundlagen der Systemprogrammierung
- 

**Inhalt:**

Videobearbeitung in Echtzeit, Echtzeitstrategiespiel, echtzeitfähig - der Begriff Echtzeit ist wohl einer der am meisten strapazierten Begriffe der Informatik und wird in den verschiedensten Zusammenhängen benutzt. Diese Vorlesung beschäftigt sich mit dem Begriff Echtzeit aus der Sicht von Betriebssystemen - was versteht man eigentlich unter dem Begriff Echtzeit im Betriebssystemumfeld, wo und warum setzt man sog. Echtzeitbetriebssysteme ein und was zeichnet solche Echtzeitbetriebssysteme aus? In dieser Vorlesung geht es darum, die oben genannten Fragen zu beantworten, indem die grundlegenden Techniken und Mechanismen vermittelt werden, die man im Betriebssystemumfeld verwendet, um Echtzeitsysteme und Echtzeitbetriebssysteme zu realisieren. Im Rahmen dieser Vorlesung werden unter anderem folgende Themen behandelt:

- zeitgesteuerte und ereignisgesteuerte Systeme
- statische und dynamische Ablaufplanungsverfahren
- Fadensynchronisation in Echtzeitbetriebssystemen
- Behandlung von periodischen und nicht-periodischen Ereignissen

In den begleitenden Übungen werden die in der Vorlesung vorgestellten Techniken bei der Entwicklung eines kleinen Echtzeitsystems praktisch umgesetzt.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:

- unterscheiden die verschiedenen Komponenten eines Echtzeitsystems.
- bewerten die Verbindlichkeiten von Terminvorgaben (weich, fest, hart).
- erläutern die Zusammensetzung des Laufzeitverhaltes einer Echtzeitanwendung.
- klassifizieren die Berührungspunkte zwischen physikalischem Objekt und kontrollierendem Echtzeitsystem.
- interpretieren die Zeitparameter des durch das Echtzeitrechensystem zu kontrollierenden Objekts.
- nennen die Zeitparameter des zugrundeliegenden Rechensystems (Unterbrechungslatenz, Ausführungszeit, ...).

- unterscheiden synchrone und asynchrone Programmunterbrechung (insbesondere Trap/Interrupt, Ausnahmebehandlung und Zustandssicherung).
- skizzieren die Verwaltungsgemeinkosten des schlimmsten Falls.
- entwickeln in der Programmiersprache C und wenden die GNU Werkzeugkette für den ARM Cortex M4 Microcontroller an.
- erstellen Echtzeitanwendungen auf Basis der eCos OS-Schnittstelle
- ordnen die Strukturelemente von Echtzeitanwendungen zu: Aufgabe, Arbeitsauftrag und Faden.
- erläutern die Implikationen von zeitlichem Mehrfachbetrieb auf die Verwaltungsgemeinkosten.
- unterscheiden die Umsetzungsalternativen zur Ablaufsteuerung und die Trennung der Belange in Einplanung (Strategie) und Einlastung (Mechanismus).
- benennen die grundsätzliche Verfahren der Ablaufsteuerung (taktgesteuert, reihum, vorranggesteuert).
- erklären die grundlegenden Zeitparameter einer Aufgabe (Auslösezeitpunkt, Termin, Antwortzeit, Latenz, Ausführungszeit, Schlupfzeit).
- unterscheiden die Grundlagen der Planbarkeit (gültig vs. zulässig, Optimalität von Einplanungsalgorithmen).
- beschreiben den Unterschied zwischen konstruktiver und analytischer Einhaltung von Terminen-.
- vergleiche die Möglichkeiten (statisch, dynamisch) der zeitliche Analyse von Echtzeitanwendungen.
- erklären die Grundlagen und Beschränkungen von dynamischer (worst-case?) und statischer WCET-Analyse (makroskopisch und mikroskopisch).
- illustrieren Lösungsverfahren zur Bestimmung des längsten Ausführungspfads (Timing Schema, IPET).
- erstellen Zeitmessung mittels Zeitgeber / Oszilloskop und bestimmen den längsten Pfad durch CodeReview.
- erproben werkzeuggestützte WCET-Analyse mittels des absint aiT Analysewerkzeugs.
- beschreiben die Grundlagen der Abfertigung periodischer Echtzeitsysteme (Periode, Phase, Hyperperiode).
- skizzieren das periodische Modell und dessen Folgen (Entwicklungskomfort vs. Analysierbarkeit).
- erklären die ereignisgesteuerte Ausführung (feste und dynamische Priorität, Verdrängbarkeit) mittels ereignisorientierter Planer (Berechnungskomplexität, MLQ-Scheduler, O(1)-Scheduler).
- unterscheiden die zeitgesteuerte Ausführung (Busy Loop, Ablaufplan) und die Abfertigung von Arbeitsaufträgen im Abfrage- bzw. Unterbrecherbetrieb.
- wenden die Grundlagen der ereignisgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme an.
- unterscheiden Verfahren zur statischen (RM, DM) und dynamischen Prioritätsvergabe (EDF, LRT, LST).
- nennen den Unterschied zwischen Anwendungs- und Systemebene (Mehrdeutigkeit von Prioritäten).
- erläutern den Optimalitätsnachweis des RM-, DM- und EDF-Algorithmus und dessen Ausnahmen.
- beschreiben grundlegende Verfahren zur Planbarkeitsanalyse (CPU-Auslastung, Antwortzeitanalyse).
- implementieren komplexe Aufgabensysteme in eCos.
- unterscheiden die Grundlagen der zeitgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme.
- erstellen regelmäßige, zyklische Ablaufpläne (cyclic executive model, Rahmen).
- vergleiche Methoden der manuellen und algorithmischen Ablaufplanung.
- unterscheiden optimale von heuristischen Verfahren (List Scheduling, Branch & Bound).
- diskutieren die Konsequenzen eines Betriebswechsels in Echtzeitsystemen.
- erstellen takt- beziehungsweise ereignisgesteuerte Abläufe in eCos beziehungsweise tt-eCos.
- klassifizieren die Grundlagen der Abfertigung nicht-periodischer Echtzeitsysteme (minimale Zwischenankunftszeit).
- definieren die Verbindlichkeiten von nicht-periodischen Aufgaben (aperiodisch, sporadisch)

- zeigen die sich ergebenden Restriktionen des periodischen Modells (Mischbetrieb, Prioritätswarteschlangen, Übernahmeprüfung) auf.
- beschreiben die Basistechniken des Laufzeitsystems (Zusteller, Unterbrecherbetrieb, Hintergrundbetrieb).
- quantifizieren die Eigenschaften und Auswirkungen auf den periodischen Teil des Echtzeitsystems.
- formulieren die Grundlagen des Slack-Stealing.
- beschreiben den Einsatz von bandweite-bewahrenden Zustellern.
- unterscheiden aufschiebbare Zusteller und Sporadic Server (SpSL und POSIX).
- wenden eine Übernahmeprüfung bei sporadischen Aufgaben mittels dichte- oder schlupfbasierten Akzeptanztests an.
- arbeiten einen strukturierter Ablaufplan (Rahmen) aus und untersuchen den Einsatz von Slack-Stealing.
- ermitteln gerichtete Abhängigkeiten und Rangfolgen in Echtzeitanwendungen (Abhängigkeits- und Aufgabengraph).
- stellen Umsetzungsalternativen für Abhängigkeiten einander gegenüber (naiv, implizit, explizit).
- beschreiben das Konzept der zeitlichen Domänen und physikalischer bzw. logischer Ereignisse.
- übertragen Abhängigkeiten auf das Problem der Ablaufplanung (modifizierte Auslösezeitpunkt/Termin, Phasenversatz).
- konzipieren Rangfolge und aperiodische Steuerung in eCos.
- implementieren einen aperiodischer Moduswechsel mit Zustandsüberführung in eCos.
- wenden die Grundlagen von Wettstreit um Betriebsmitteln, Konkurrenz und Konfliktsituationen (kritische Abschnitte, (un)kontrollierte Prioritätsumkehr) an.
- beschreiben echtzeitfähige Synchronisationsprotokolle (NPCS, PI, PCP).
- nennen die Vor- und Nachteile der Techniken (transitive Blockung, Verklemmungen).
- hinterfragen die Vereinfachung des PCP durch stapelbezogene Grenzprioritäten.
- bestimmen die Ablaufplanung unter Berücksichtigung von Blockierungszeiten und Selbstsuspendierung.
- implementieren Zugriffskontrolle (NPCS, PI, PCP) in Echtzeitanwendungen mit eCos.
- erläutern die Anforderungen an verteilte Echtzeitsysteme (Komposition, Erweiterbarkeit, Komplexität, Ereignis- vs. Zustandsnachricht).
- fassen die Grundlagen von Knoten, Netzwerkschnittstellen und Netzübergängen sowie die Konzepte der expliziten und impliziten Flusskontrolle zusammen.
- erschließen sich typische Probleme (zeitliche Analyse, Beobachtbarkeit, Synchronisation, Rangfolge) und Fehlerquellen bei der Programmierung von Echtzeitanwendungen.
- können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten.
- können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.
- reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.
- können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen.

#### Literatur:

- Hermann Kopetz. Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications. Kluwer Academic Publishers, 1997.
- Jane W. S. Liu. Real-Time Systems. Prentice-Hall, Inc., 2000.
- Wolfgang Schröder-Preikschat. Softwaresysteme 1. Vorlesungsfolien. 2006.

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:  
[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung  
Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

**Mündliche Prüfung Echtzeitsysteme (Prüfungsnummer: 39401)**

(englische Bezeichnung: Oral Examination on Real-Time Computing)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

30-minütige mündliche Prüfung über den gesamten Stoff der Veranstaltung.

Teilnahme an den Übungen und die Bearbeitung aller Übungsaufgaben wird hierzu dringend empfohlen!

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Peter Ulbrich

---

---

Modulbezeichnung:	Eingebettete Systeme (ES-VU) (Embedded Systems)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Jürgen Teich	
Lehrende:	Jürgen Teich	

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

- Eingebettete Systeme (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Jürgen Teich et al.)
  - Übung zu Eingebettete Systeme (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Peter Brand et al.)
- 

**Inhalt:**

Schwerpunkt der Vorlesung ist der Entwurf und die Implementierung eingebetteter Systeme unter Einsatz formaler Methoden und rechnergestützter Entwurfsverfahren.

Unter eingebetteten Systemen versteht man Rechensysteme, die auf einen Anwendungsbereich zugeschnitten (z.B. mobile Kommunikationsgeräte, Chipkartensysteme, Industriesteuerungen, Unterhaltungselektronik, Medizintechnik) und in einen technischen Kontext eingebunden sind. Das große Interesse am systematischen Entwurf von heterogenen eingebetteten Systemen ist verursacht durch die steigende Vielfalt und Komplexität von Anwendungen für eingebettete Systeme, die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken sowie durch Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Methoden).

**Content:**

*The focus of the lecture is the design and implementation of embedded systems using formal methods and computer-aided design techniques.*

*Embedded systems are computing systems tailored for a particular application (e.g., mobile communication devices, smart card systems, industrial control, consumer electronics, medical technology) and integrated into a technical context. The keen interest in the systematic design of heterogeneous embedded systems is driven by the increasing diversity and complexity of embedded system applications, the need to reduce design and test costs, and advances in key technologies (microelectronics, formal methods).*

**Lernziele und Kompetenzen:**
**Fachkompetenz**
**Wissen**

- Die Studierenden setzen sich mit einem aktuellen Forschungsgebiet auseinander. / *The students deal with a current field of research.*

**Verstehen**

- Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte des Entwurfs eingebetteter Systeme. / *The students become familiar with the fundamental concepts of designing of embedded systems.*

**Anwenden**

- Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an zur Analyse und Optimierung von Hardware-Architekturen und Echtzeit-Softwaresystemen. / *The students apply basic algorithms to analyze and optimize hardware architectures and real-time software systems.*
- Die Studierenden erfassen den Hardware/Software-Entwurf von Systemen mit harten Beschränkungen. / *The students understand the hardware/software design of hard-constrained systems.*

**Literatur:**

- Buch zur Vorlesung
  - Vorlesungsskript (Zugriff nur innerhalb des Uni-Netzwerks möglich)
-

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung  
Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "123#67#H", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung Eingebettete Systeme (Prüfungsnummer: 44101)

(englische Bezeichnung: Written Examination Embedded Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Jürgen Teich

---

Organisatorisches:

Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Eingebettete Systeme mit erweiterter Übung“ aus.

Modulbezeichnung:	Eingebettete Systeme mit erweiterter Übung (ES-VEU) (Embedded Systems with Extended Exercises)	7.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Jürgen Teich	
Lehrende:	Frank Hannig, Jürgen Teich	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 135 Std.	Sprache: Deutsch
Lehrveranstaltungen:		
Eingebettete Systeme (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Jürgen Teich et al.)		
Übung zu Eingebettete Systeme (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Peter Brand et al.)		
Erweiterte Übungen zu Eingebettete Systeme (WS 2019/2020, Übung, Peter Brand et al.)		

#### Inhalt:

Schwerpunkt der Vorlesung ist der Entwurf und die Implementierung eingebetteter Systeme unter Einsatz formaler Methoden und rechnergestützter Entwurfsverfahren.

Unter eingebetteten Systemen versteht man Rechensysteme, die auf einen Anwendungsbereich zugeschnitten (z.B. mobile Kommunikationsgeräte, Chipkartensysteme, Industriesteuerungen, Unterhaltungselektronik, Medizintechnik) und in einen technischen Kontext eingebunden sind. Das große Interesse am systematischen Entwurf von heterogenen eingebetteten Systemen ist verursacht durch die steigende Vielfalt und Komplexität von Anwendungen für eingebettete Systeme, die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken sowie durch Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Methoden).

*The focus of the lecture is the design and implementation of embedded systems using formal methods and computer-aided design techniques.*

*Embedded systems are computing systems tailored for a particular application (e.g., mobile communication devices, smart card systems, industrial control, consumer electronics, medical technology) and integrated into a technical context. The keen interest in the systematic design of heterogeneous embedded systems is driven by the increasing diversity and complexity of embedded system applications, the need to reduce design and test costs, and advances in key technologies (microelectronics, formal methods).*

#### Lernziele und Kompetenzen:

##### Fachkompetenz

##### Wissen

- Die Studierenden setzen sich mit einem aktuellen Forschungsgebiet auseinander. / *The students deal with a current field of research.*
- Die Studierenden lernen aktuelle Entwurfswerkzeuge für die Architektursynthese (Hardware) und Softwaresynthese kennen. / *The students learn about current design tools for architectural synthesis (hardware) and software synthesis.*

##### Verstehen

- Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte des Entwurfs eingebetteter Systeme. / *The students become familiar with the fundamental concepts of designing of embedded systems.*

##### Anwenden

- Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an zur Analyse und Optimierung von Hardware-Architekturen und Echtzeit-Softwaresystemen. / *The students apply basic algorithms to analyze and optimize hardware architectures and real-time software systems.*
- Die Studierenden erfassen den Hardware/Software-Entwurf von Systemen mit harten Beschränkungen. / *The students understand the hardware/software design of hard-constrained systems.* **Sozialkompetenz**
- Die Studierenden lernen aktuelle Entwurfswerkzeuge für die Architektursynthese (Hardware) und Softwaresynthese kennen bei der kooperativen Bearbeitung der erweiterten Übung in Gruppen. /

*The students learn about current design tools for architectural synthesis (hardware) and software synthesis by processing the extended exercises in groups cooperatively.*

Literatur:

- Buch zur Vorlesung
  - Vorlesungsskript (Zugriff nur innerhalb des Uni-Netzwerks möglich)
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (Prüfungsnummer: 209679)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Portfolio besteht aus: Klausur (90 min) und erfolgreicher Teilnahme an den erweiterten Übungen (verpflichtend)

Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Jürgen Teich

---

Organisatorisches:

Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Eingebettete Systeme“ aus.

---

Modulbezeichnung:	Ereignisgesteuerte Systeme (EGS) (Discrete Event Systems)	5 ECTS
-------------------	--	--------

Modulverantwortliche/r:	Stefan Wildermann
-------------------------	-------------------

Lehrende:	Stefan Wildermann
-----------	-------------------

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
-----------------------------	-------------------	-----------------------

Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch
----------------------	-----------------------	------------------

---

Lehrveranstaltungen:

Ereignisgesteuerte Systeme (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Stefan Wildermann)

Übung zu Ereignisgesteuerte Systeme (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Stefan Wildermann et al.)

---

Inhalt:

Die rasante Entwicklung von Rechnertechnologien in den vergangenen Jahrzehnten hatte die Verbreitung neuer dynamischer und komplexer Systeme zu Folge. Wesentliche Charakteristika solcher Systeme sind Verteiltheit, Nebenläufigkeit und das asynchrone Auftreten diskreter Ereignisse. Der Prozess, neue Modelle und Methoden für ereignisgesteuerte Systeme zu entwickeln, ist vergleichsweise jung. Der Rechner selbst spielt hierbei eine entscheidende Rolle als Werkzeug für Systementwurf, Analyse und Steuerung. Die Vorlesung EGS hat zum Ziel, Modellierungs-, Simulations-

und Entwurfsmethoden für verteilte und ereignisdiskrete Systeme zu vermitteln. Die Methoden werden dabei beispielhaft auf Anwendung aus den Bereichen Computernetzwerke, automatischen Produktionssysteme, komplexen Softwaresysteme und integrierte Steuerungs-, Kommunikations- und Informationssysteme angewendet. In diesem Kontext behandelt die Vorlesung daher die folgenden Themenbereiche:

- Eigenschaften komplexer Systeme
- Überblick über Systeme und Modelle
- Zeitfreie und zeitbehaftete Modelle
- Stochastische Modelle
- Umsetzung in Programmiersprachen
- Simulation-, Entwurfs- und Testverfahren auf der Basis der vorgestellten Modelle.

Lernziele und Kompetenzen:

*Fachkompetenz Verstehen*

- Die Studierenden erläutern grundlegende Techniken zur Modellierung diskreter, ereignisgesteuerter Systeme, zeigen deren Vor- und Nachteile auf und vergleichen diese bezüglich Ihrer Mächtigkeit.

*Anwenden*

- Die Studierenden wenden Modellierungs- und Analysetechniken aus dem Bereich endlicher Automaten, Petri-Netze, Markov-Ketten auf komplexe Systeme an.
  - Die Studierenden setzen die Modellierung und Analyse eines Systems mit einem konkreten Entwurfswerkzeug um.
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung und Übung Ereignisgesteuerte Systeme (Prüfungsnummer: 35401)

(englische Bezeichnung: Lecture/Tutorial: Discrete Event Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Jürgen Teich

---

Bemerkungen:

auch für Computational Engineering und I&K

Modulbezeichnung: **Functional Analysis for Engineers (FuncAnEng)** 5 ECTS  
 (Functional Analysis for Engineers)  
 Modulverantwortliche/r: Christoph Pflaum  
 Lehrende: Christoph Pflaum

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
 Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:  
 Functional Analysis for Engineers (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Christoph Pflaum)  
 Recitation of Functional Analysis for Engineers (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Phillip Rall)

**Inhalt:**

- vector spaces, norms, principal axis theorem
- Banach spaces, Hilbert spaces
- Sobolev spaces
- theory of elliptic differential equations
- Fourier transformation
- distributions

**Lernziele und Kompetenzen:**

Students learn advanced methods in linear algebra and basic concepts of functional analysis. Furthermore, students learn applications in solving partial differential equations. The course teaches abstract mathematical structures. Literatur:

- Lehrbuch: Dobrowolski, Angewandte Funktionalanalysis, Springer 2006.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Functional Analysis for Engineers (Prüfungsnummer: 575129)

(englische Bezeichnung: Functional Analysis for Engineers)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil  
 an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere  
 Erläuterungen:

Die Note ergibt sich aus einer 60minütigen Klausur. Voraussetzung zur Teilnahme an der Klausur ist die erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben.

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Wilhelm Merz

Modulbezeichnung: **Geometrische Modellierung - VU (GM-VU)** 5 ECTS  
 (Geometric Modeling)  
 Modulverantwortliche/r: Marc Stamminger, Roberto Grosso  
 Lehrende: Roberto Grosso, Marc Stamminger

Startsemester: WS 2019/2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

Lehrveranstaltungen:

Geometric Modeling (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Roberto Grosso)

Tutorials to Geometric Modeling (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Dominik Penk et al.)

---

Inhalt:

Die Vorlesung beschäftigt sich mit Methoden zur Modellierung dreidimensionaler Oberflächen. Typische Einsatzgebiete sind der rechnerunterstützte Entwurf (CAD, z.B. im Automobil- oder Flugzeugbau), die Rekonstruktion von Flächen aus Sensordaten oder die Konstruktion glatter Interpolationsflächen. Behandelt werden u.a. folgende Themen:

- Polynomkurven
- Bezierkurven, rationale Bezierkurven
- B-Splines
- Tensorproduktflächen
- Bezier-Dreiecksflächen
- polygonale Flächen
- Subdivision-Verfahren

This lecture is concerned with different aspects of modelling three-dimensional curves and surfaces. Typical areas of application are computer-aided design (CAD), reconstruction of surfaces from sensor data (reverse engineering) and construction of smooth interpolants. The lecture covers the following topics:

- polynomial curves
- Bézier curves, rational Bézier curves
- B-splines
- tensor product surfaces
- triangular Bézier surfaces
- polyhedral surfaces

Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden

- erklären die Begriffe Polynomial-, Bezierkurven und B-Splines
- klassifizieren und veranschaulichen die unterschiedlichen Auswertung- und Subdivision-Verfahren für Bezier-Kurven und B-Splines
- veranschaulichen und ermitteln die Eigenschaften von Bezierkurven, rationalen Bezierkurven und B-Splines
- beschreiben Tensorproduktflächen und skizzieren Auswertungsalgorithmen
- erklären polygonale Flächen und Subdivision-Verfahren und veranschaulichen ihre Unterschiede und Eigenschaften
- lernen gängige Datenstrukturen zur Darstellung polygonaler Flächen kennen
- wenden die Verfahren der Geometrischen Modellierung an unterschiedlichen Beispiele an
- berechnen Bezierkurven und B-Splines
- führen Subdivision-Verfahren aus

Educational objectives and skills:

Students should be able to

- explain the meaning of the terms Polynomial and Bezier curves and B-Splines
- classify and illustrate the different evaluation and subdivision methods for Bezier curves and BSplines

- describe and establish the properties of Bezier curves, rational Bezier curves and B-Splines
- describe tensor product surfaces and illustrated evaluation algorithms
- explain polygonal surfaces and subdivision algorithms and depict their properties and differences
- get used with common data structures to represent polygonal surfaces
- apply geometric modeling algorithms to representative examples
- compute Bezier curves and B-Splines
- implement subdivision algorithms Literatur:
- Hoschek, Lasser: Grundlagen der Geometrischen Datenverarbeitung
- Farin: Kurven und Flächen im Computer Aided Geometric Design
- de Boor: A Practical Guide to Splines
- Bartels, Beatty, Barsky: Splines for Use in Computer Graphics and Geometric Modeling
- Abramowski, Müller: Geometrisches Modellieren

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Geometric Modeling (Vorlesung mit Übung) (Prüfungsnummer: 796399)

Prüfungsleistung, elektronische Prüfung mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere Erläuterungen:

Klausur in elektronischer Form mit einem Anteil im Antwort-Wahl-Verfahren

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Roberto Grosso, 2. Prüfer: Marc Stamminger

Modulbezeichnung:	Heterogene Rechnerarchitekturen Online (HETRON) (Heterogeneous Computing Architectures Online)	5 ECTS
-------------------	---	--------

Modulverantwortliche/r:	Dietmar Fey, Marc Reichenbach
-------------------------	-------------------------------

Lehrende:	Marc Reichenbach, Johannes Hofmann, Thomas Heller
-----------	---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
-----------------------------	-------------------	------------------------------

Präsenzzeit: k.A. Std.	Eigenstudium: 150 Std.	Sprache: Englisch
------------------------	------------------------	-------------------

Lehrveranstaltungen:

Heterogene Rechnerarchitekturen Online (WS 2019/2020, Vorlesung, Marc Reichenbach et al.)

Inhalt:

Whereas heterogeneous architectures and parallel computing has filled an academic niche in the past it has become now a commodity technique with the rising of multi-core processors and programmable graphic cards. Even FPGAs play a role hereby in a certain extent due to their increasing importance as accelerator hardware what is clearly observable in the scientific community. However, on one side parallel hardware like multi-core and GPUs are now available nearly for everybody and not only for a selected selection of people, who have access to a parallel supercomputer. On the other side the knowledge about programming of this commodity hardware, and we mean here in particular hardwareorientated programming in order to squeeze out all offered GFlops and TFlops of such

hardware, is still missing as well as the knowledge about the architecture details. To overcome this lack we offer this course HETRON.

The e-learning course HETRON for the exploitation of parallel and heterogeneous computer architectures) focuses on two main topics which are closely related to each other. This concerns on one side the benefits of using different kinds of multi-core processors and parallel architectures built-up on base of these multicore processors. These architectures differ among each other in the number and in the complexity of its single processing nodes. We distinguish between systems consisting of a large number of simpler, so called fine-grained, processor cores vs. systems consisting of a smaller number of more complex, so called coarse-grained, processor cores. On the other side we lay our focus on that we want to do with these different heterogeneous parallel architectures, namely the execution of parallel programs. Of course this requires the use of parallel programming languages and environments, like CUDA or OpenMP. However, besides these questions of using the right syntax and the right compiler switches to optimize a parallel program it is a pre-requisite to understand how parallel computing really works. This refers (i) to the comprehension which basic mechanisms of parallel computing exist, (ii) where are the limits of getting more performance with parallel computing and (iii) in what context stand these mechanisms to heterogeneous architectures. In other words it handles the question which architecture is the best one for a certain parallelization technique. To teach these three topics, is one main goal we pursuit with the course HETRON, and of course, this more fundamental basics of heterogeneous and parallel computing have to be proven by means of concrete application examples to deepen the acquired knowledge about heterogeneous architectures and parallel computing principles.

#### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden ...

...verstehen die Notwendigkeit sowie grundlegende Anwendungsfälle für heterogene Rechnerarchitekturen.

...können den grundlegenden Aufbau und das Zusammenspiel der Komponenten heterogener Rechnerarchitekturen erklären. ...erläutern grundsätzliche Parallelisierungsprinzipien wie Amdahls Law, HighPerformance- und High-Throughput-Computing sowie Parallelisierungsstrategien. ...können einfache Programme mit Hilfe der vermittelten Parallelisierungsprinzipien (Amdahls Law, High-Performance- und High-Throughput-Computing) analysieren und entsprechende Parallelisierungsstrategien entwickeln. ...erklären den Aufbau sowie Stärken und Schwächen von verschiedenen Architekturen wie CPUs, GPUs, Many-Core Prozessoren und FPGAs.

...implementieren ausgewählte Anwendungsbeispiele (SHA256 Algorithmus, Ising-Modell und FastFourier-Transformation) auf oben genannte Architekturen.

...erforschen und bewerten verschiedener Parallelisierungstechniken in Abhängigkeit der Anwendung und der Architektur.

...erläutern die Grundlagen des Grid- und Cloud-Computings

...sind in der Lage parallele Berechnungen (SHA256) im Grid umzusetzen.

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Heterogene Rechnerarchitekturen Online (Prüfungsnummer: 275245)

(englische Bezeichnung: Heterogeneous Computing Architectures Online)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Dietmar Fey

---

Modulbezeichnung:	Information Theory and Coding (ITC) (Information Theory and Coding)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Ralf Müller	
Lehrende:	Ralf Müller	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen:		
Information Theory and Coding (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Ralf Müller)		
Tutorial for Information Theory and Coding (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Ali Bereyhi)		

Inhalt:

1. Introduction: binomial distribution, (7,4)-Hamming code, parity-check matrix, generator matrix 2. Probability, entropy, and inference: entropy, conditional probability, Bayes' law, likelihood, Jensen's inequality
  3. Inference: inverse probability, statistical inference
  4. The source coding theorem: information content, typical sequences, Chebychev inequality, law of large numbers
  5. Symbol codes: unique decidability, expected codeword length, prefix-free codes, Kraft inequality, Huffman coding
  6. Stream codes: arithmetic coding, Lempel-Ziv coding, Burrows-Wheeler transform
  7. Dependent random variables: mutual information, data processing lemma
  8. Communication over a noisy channel: discrete memory-less channel, channel coding theorem, channel capacity
  9. The noisy-channel coding theorem: jointly-typical sequences, proof of the channel coding theorem, proof of converse, symmetric channels
  10. Error-correcting codes and real channels: AWGN channel, multivariate Gaussian pdf, capacity of AWGN channel
  11. Binary codes: minimum distance, perfect codes, why perfect codes are bad, why distance isn't everything
  12. Message passing: distributed counting, path counting, low-cost path, min-sum (=Viterbi) algorithm
  13. Exact marginalization in graphs: factor graphs, sum-product algorithm
  14. Low-density parity-check codes: density evolution, check node degree, regular vs. irregular codes, girth
  15. Lossy source coding: transform coding and JPEG compression
- 
1. Einleitung: Binomialverteilung, (7,4)-Hamming-Code, Paritätsmatrix, Generatormatrix
  2. Wahrscheinlichkeit, Entropie und Inferenz: Entropie, bedingte Wahrscheinlichkeit, Bayes'sches Gesetz, Likelihood, Jensen'sche Ungleichung
  3. Inferenz: Inverse Wahrscheinlichkeit, statistische Inferenz
  4. Das Quellencodierungstheorem: Informationsgehalt, typische Folgen, Tschebyschev'sche Ungleichung, Gesetz der großen Zahlen
  5. Symbolcodes: eindeutige Dekodierbarkeit, mittlere Codewortlänge, präfixfreie Codes, Kraft'sche Ungleichung, Huffmancodierung
  6. Stromcodes: arithmetische Codierung, Lempel-Ziv-Codierung, Burrows-Wheeler-Transformation
  7. Abhängige Zufallsvariablen: Transinformation, Datenverarbeitungslemma
  8. Kommunikation over gestörte Kanäle: diskreter gedächtnisloser Kanal, Kanalcodierungstheorem, Kanalkapazität
  9. Das Kanalcodierungstheorem: verbundtypische Folgen, Beweis des Kanalcodierungstheorems, Beweis des Umkehrsatzes, symmetrische Kanäle

10. Fehlerkorrigierende Codes und reale Kanäle: AWGN-Kanal, mehrdimensionale Gauß'sche WDF, Kapazität des AWGN-Kanals
11. Binäre Codes: Minimaldistanz, perfekte Codes, Warum perfekte Codes schlecht sind, Warum Distanz nicht alles ist
12. Nachrichtenaustausch: verteiltes Zählen, Pfadzählen, günstigster Pfad, Minimumsummenalgorithmus
13. Exakte Marginalisierung in Graphen: Faktorgraph, Summenproduktalgorithmus
14. LDPC-Codes: Dichteevolution, Knotenordnung, reguläre und irreguläre Codes, Graphumfang
15. Verlustbehaftete Quellencodierung: Transformationscodierung und JPEG-Kompression

The students apply Bayesian inference to problems in both communications and everyday's life. The students explain the concept of digital communications by means of source compression and forward-error correction coding.

For the design of communication systems, they use the concepts of entropy and channel capacity.

They calculate these quantities for memoryless sources and channels.

The students proof both the source coding and the channel coding theorem.

The students compare various methods of source coding with respect to compression rate and complexity.

The students apply source compression methods to measure mutual information.

The students factorize multivariate functions, represent them by graphs, and marginalize them with respect to various variables.

The students explain the design of error-correcting codes and the role of minimum distance.

They decode error-correcting codes by means of maximum-likelihood decoding and message passing.

The students apply distributed algorithms to problems in both communications and everyday's life.

The students improve the properties of low-density parity-check codes by widening the girth and/or irregularity in the degree distribution.

The students transform source images into the frequency domain to improve lossy compression.

–

Die Studierenden wenden Bayes'sche Inferenz auf Probleme in der Nachrichtentechnik und im Alltagsleben an.

Die Studierenden erklären die konzeptuelle Trennung von digitaler Übertragung in Quellen- und Kanalcodierung.

Kommunikationssysteme entwerfen sie unter Betrachtung von Entropie und Kanalkapazität.

Sie berechnen diese Größen für gedächtnislose Quellen und Kanäle.

Die Studierenden beweisen sowohl das Quellen- als auch das Kanalcodierungstheorem.

Die Studierenden vergleichen verschiedenartige Quellencodierungsverfahren hinsichtlich Komplexität und Kompressionsrate.

Die Studierenden verwenden Quellencodierverfahren zur Messung von Transinformation.

Die Studierenden faktorisieren Funktionen mehrerer Veränderlicher, stellen diese als Graph dar und marginalisieren sie bezüglich mehrerer Veränderlicher.

Die Studierenden erklären den Entwurf von Kanalcodes und den Einfluss der Minimaldistanz.

Sie decodieren Kanalcodes gemäß maximaler Likelihood und Nachrichtenaustausch.

Die Studierenden wenden verteilte Algorithmen auf Probleme der Nachrichtentechnik und des Alltagslebens an.

Die Studierenden verbessern die Eigenschaften von LDPC-Codes durch Erhöhung des Umfangs und/oder durch irreguläre Knotenordnungsverteilungen.

Die Studierenden transformieren Bildquellen zur Verbesserung verlustbehafteter Kompression in den Frequenzbereich.

#### Literatur:

MacKay, D.: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung  
Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung (Prüfungsnummer: 36011)

(englische Bezeichnung: Information Theory and Coding)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Ralf Müller

---

Organisatorisches:

Die Unterrichts- und Prüfungssprache (Deutsch oder Englisch) wird in der ersten Lehrveranstaltung mit den Studierenden vereinbart.

Bemerkungen:

Schlüsselwörter: ASC

---

Modulbezeichnung: Kanalcodierung (KaCo) 5 ECTS

(Channel Coding)

Modulverantwortliche/r: Clemens Stierstorfer

Lehrende: Clemens Stierstorfer

---

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: halbjährlich (WS+SS)

Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Deutsch oder Englisch

---

Lehrveranstaltungen:

Übungen zur Kanalcodierung (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Clemens Stierstorfer) Kanalcodierung (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Clemens Stierstorfer)

---

Empfohlene Voraussetzungen:

Es ist hilfreich, wenn die Studierenden die erlernten Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) umsetzen können.

It would be very helpful if the participants can implement the specified algorithms into a programming language (C, Matlab, etc.).

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Information Theory and Coding Digitale

Übertragung

---

Inhalt:

- 1 Introduction and Motivation 1.1 Definition, Related Fields 1.2 Basic Principles 1.2.1 Schemes 1.2.2 How to Add Redundancy 1.2.3 Applications 1.3 Historical Notes
- 2 Fundamentals of Block Coding 2.1 General Assumptions 2.2 Transmission Channels 2.2.1 Discrete Time AWGN Channel 2.2.2 Binary Symmetric Channel (BSC) 2.2.3 Channels with Memory 2.3 Motivation for Coding 2.4 Fundamentals of Block Coding 2.4.1 Code and Encoding 2.4.2 Decoding
- 3 Introduction to Finite Fields I 3.1 Group 3.1.1 Orders of Elements and Cycles 3.1.2 Subgroups, Cosets 3.2 Field 3.3 Vector Spaces
- 4 Linear Block Codes 4.1 Generator Matrix 4.2 Distance Properties 4.3 Elementary Operations 4.4 Parity-Check Matrix 4.5 Dual Codes 4.6 Syndrome Decoding 4.7 Error Probability and Coding Gain 4.7.1 Error Detection 4.7.2 Error Correction - BMD 4.7.3 Error Correction - ML Decoding 4.7.4 Coding Gain 4.7.5 Asymptotic Results 4.8 Modifications of Codes 4.9 Bounds on the Minimum Distance 4.10 Examples for Linear Block Codes 4.10.1 Binary Hamming Codes ( $q=2$ ) 4.10.2 Simplex Codes 4.10.3 Ternary Golay Code 4.10.4 Reed-Muller Codes
- 5 Linear Cyclic Codes 5.1 Modular Arithmetic 5.2 Generator Polynomial 5.3 Parity-Check Polynomial 5.4 Dual Codes 5.5 Discrete Systems over  $F_q$  5.6 Encoders for Cyclic Codes 5.6.1 Generator Matrix 5.6.2 Non-Systematic Encoding 5.6.3 Systematic Encoding 5.6.4 Systematic Encoding Using  $h(x)$  5.7 Syndrome Decoding 5.7.1 Syndrome 5.7.2 Decoding Strategies 5.8 Examples for Linear Cyclic Block Codes 5.8.1 Repetition Code and Single Parity-Check Code 5.8.2 Binary Hamming Codes 5.8.3 Simplex Codes 5.8.4 Golay Codes 5.8.5 CRC Codes
- 6 Introduction to Finite Fields II 6.1 Extension Fields 6.2 Polynomials over Finite Fields 6.3 Primitive Element 6.4 Existence of Finite Fields 6.5 Finite Fields Arithmetic 6.6 Minimal Polynomials, Conjugate Elements, and Cyclotomic Cosets 6.7 Summary of Important Properties of Finite Fields 6.8 (Discrete) Fourier Transform over Finite Fields
- 7 BCH and RS Codes 7.1 The BCH Bound 7.2 Reed-Solomon Codes 7.3 BCH Codes 7.4 Algebraic Decoding of BCH Codes and RS Codes 7.4.1 Basic Idea 7.4.2 The Berlekamp-Massey Algorithm 7.5 Application: Channel Coding for CD and DVD 7.5.1 Error Correction for the CD 7.5.2 Error Correction for the DVD
- 8 Convolutional Codes 8.1 Discrete Systems over  $F$  8.2 Trellis Coding 8.3 Encoders for Convolutional Codes 8.4 (Optimal) Decoding of Convolutional Codes 8.4.1 Maximum-Likelihood Sequence Estimation (MLSE) 8.4.2 Maximum A-Posteriori Symbol-by-Symbol Estimation
- 9 Codes with Iterative Decoding 9.1 State of the Art 9.2 Preliminaries 9.2.1 Check Equations 9.2.2 Repetition Code, Parallel Channels 9.2.3 Log-Likelihood Ratios (LLR) 9.3 Turbo Codes 9.4 LDPC Codes

Lernziele und Kompetenzen:

Das Modul Kanalcodierung umfasst eine umfassende Einführung in die Grundlagen der algebraischen, fehlerkorrigierenden Blockcodes sowie einen Einstieg in die Thematik der Faltungscodes. Iterativ decodierte Codeschemata wie Turbo-Codes und LDPC-Codes werden ebenfalls eingeführt. Im Einzelnen sind die Inhalte oben aufgeführt.

Die Studierenden definieren die Problematik der Kanalcodierung, grenzen sie von anderen Codierverfahren (z.B. der Quellencodierung) ab und kennzeichnen die unterschiedlichen Ansätze zur Fehlerkorrektur und -erkennung. Sie nennen Beispiele für Einsatzgebiete von Kanalcodierung und geben einen Überblick über die historische Entwicklung des Fachgebiets.

Die Studierenden erstellen Übertragungsszenarien für den Einsatz von Kanalcodierung bestehend aus Sender, Übertragungskanal und Empfänger und beachten dabei die Grundannahmen beim Einsatz von Blockcodes bzw. der Modellierung der Kanäle. Sie formulieren mathematische Beschreibungen der Encodierung sowie der optimalen Decodierung bzw. suboptimaler Varianten.

Die Studierenden beherrschen die Grundlagen fehlerkorrigierender linearer Blockcodes, beschreiben diese mathematisch korrekt mittels Vektoren und Matrizen über endlichen Körpern und implementieren und bewerten zugehörige Encoder- und Decoderstrukturen insbesondere Syndromdecoder. Dabei modifizieren sie Generatormatrizen, ermitteln Prüfmatrizen und erstellen Syndromtabellen. Sie schätzen die minimale Hammingdistanz von Codes mittels Schranken ab und

können den erzielbaren Codegewinn erläutern. Sie kennen und benutzen beispielhaften Codefamilien (z.B. Hamming-Codes, Simplex-Codes, Reed-Muller-Codes).

Die Studierenden erkennen die Vorteile zyklischer linearer Blockcodes und beschreiben diese mit Polynomen über endlichen Körpern. Sie nutzen die Restklassenrechnung bzgl. Polynomen zur Umsetzung systematischer Encoder und zur Realisierung von Syndromdecodern mittels Schieberegisterschaltungen. Sie kennen beispielhafte Codefamilien.

Die Studierenden nutzen Primkörper, Erweiterungskörper, Minimalpolynome und Kreisteilungsklassen sowie die Spektraldarstellung über endlichen Körpern zur Realisierung von BCH- und Reed-SolomonCodes gemäß der BCH-Schranke. Sie verstehen die Grundlagen der Decodierung von BCH- und ReedSolomon-Codes. Sie skizzieren und erläutern die Kanalcodierkonzepte von CD und DVD.

Die Studierenden erklären die Unterschiede von Faltungscodes und Blockcodes, skizzieren anhand von tabellierten Generatorpolynomen zugehörige Encoder und erläutern diese. Sie erklären die Funktionsweise des optimalen Decoders (MLSE) und demonstrieren diese beispielhaft.

Die Studierenden verstehen die Grundlagen der iterativen Decodierung, insbesondere wenden sie die Grundlagen des Information Combining zur Kombination von verschiedenen Beobachtungen an. Sie verstehen die Bedeutung von Log-Likelihood-Ratios bei iterativen Decodieruvorgängen und berechnen diese. Sie skizzieren die grundlegenden Encoder- und Decoderstrukturen von Turbo-Codes und die Grundzüge der Codierung mit LDPC-Codes u.a. der Decodierung mittels Belief Propagation. Die Vorlesung erfolgt wechselweise auf Deutsch oder Englisch (Winter/Sommer). Die zur Verfügung gestellten Unterlagen sind ausschließlich in Englisch gehalten. Die Studierenden verwenden entweder die englischen Fachtermini sicher oder kennen diese und drücken sich sicher mit den entsprechenden deutschen Fachbegriffen aus.

Die Umsetzung der angegebenen Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) sollten die Studierenden zu diesem Zeitpunkt des Studiums üblicherweise beherrschen. Übungen hierzu bleiben der Eigeninitiative überlassen.

—

Students define the problems of channel coding, how to distinguish it from other coding methods (such as source coding) and how to describe the various different approaches to error correction and detection. They are able to list example application areas of channel coding and give an overview of the historical development of the field. Furthermore, they describe and analyze transmission scenarios for the application of channel coding which consist of transmitter, transmission channel and receiver, taking into account the general assumptions for applying block codes or modeling the channels. They formulate mathematical descriptions of encoding, optimal decoding and sub-optimal methods.

Students illustrate the principles of error-correcting linear block codes and describe them mathematically using vectors and matrices over finite fields. They implement and analyze corresponding encoder and decoder structures, in particular syndrome decoders, and modify generator matrices, construct test matrices and create syndrome tables. They estimate the minimum Hamming distance of codes using bounds and are able to explain the coding gain that can be achieved in individual cases. They analyze and use example code families (e.g. Hamming codes, simplex codes, Reed-Muller codes). Students explain the advantages of cyclic linear block codes and how to describe them with polynomials over finite fields. They apply polynomial modular arithmetic to implement systematic encoders and realize syndrome decoders using shift register circuits. They know and use exemplary code families. Students use prime fields, extension fields, minimal polynomials and cyclotomic cosets, and spectral representation over finite fields to implement BCH and Reed-Solomon codes using the BCH bound. They understand the foundations of decoding BCH and Reed-Solomon codes and how to sketch and explain the channel coding concepts of CDs and DVDs.

Students are able to describe the differences between convolutional codes and block codes, to sketch the respective encoders based on tabulated generator polynomials and to explain them. They are able to explain how optimal decoders (MLSE) work using examples.

Students sketch the foundations of iterative decoding. In particular, they apply methods of information combining to combine different observations. They use and calculate log-likelihood ratios

in iterative decoding processes, sketch the basic encoding and decoding structures of turbo codes and the basics of coding using LDPC codes (including decoding using belief propagation).

Students either are able to use the English technical terms correctly or know them and are able to express themselves using the respective technical terms in German. Literatur:

- J. Huber, R. Fischer, C. Stierstorfer: Folien zur Vorlesung
  - M. Bossert: Kanalcodierung, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 3. Auflage, 2013
  - M. Bossert: Channel Coding for Telecommunications, John Wiley & Sons, 1999
  - B. Friedrichs: Kanalcodierung, Springer Verlag, 1996
  - S.B. Wicker: Error Control Systems for Digital Communications and Storage, Prentice-Hall, 1995
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Kanalcodierung\_ (Prüfungsnummer: 62701)

(englische Bezeichnung: Channel Coding)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Erlaubte Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner, ein Blatt Format A4 (oder entsprechende Fläche) mit eigenen, handschriftlichen Notizen; Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021 1.

Prüfer: Clemens Stierstorfer

---

Organisatorisches:

Die Unterrichts- und Prüfungssprache (Deutsch oder Englisch) wird in der ersten Lehrveranstaltung mit den Studierenden vereinbart.

Modulbezeichnung:	Konzeptionelle Modellierung (KonzMod) (Conceptual Modelling)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Richard Lenz	
Lehrende:	Richard Lenz	

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

#### Lehrveranstaltungen:

Ausschlussbedingung: Wer dieses Modul ablegt, darf das Modul DBNF nicht mehr ablegen.

Konzeptionelle Modellierung (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Richard Lenz)

Übungen zu Konzeptionelle Modellierung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, David Haller)

Intensivierungsübungen zu Konzeptionelle Modellierung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, David Haller)

#### Empfohlene Voraussetzungen:

Gewünscht "Algorithmen und Datenstrukturen" und "Grundlagen der Logik und Logikprogrammierung"

#### Inhalt:

- Grundlagen der Modellierung
- Datenmodellierung am Beispiel Entity-Relationship-Modell
- Modellierung objektorientierter Systeme am Beispiel UML
- Relationale Datenmodellierung und Anfragemöglichkeiten
- Grundlagen der Metamodellierung
- XML
- Multidimensionale Datenmodellierung
- Domänenmodellierung und Ontologien

#### Lernziele und Kompetenzen: Die

Studierenden:

- definieren grundlegende Begriffe aus der Datenbankfachliteratur
- erklären die Vorteile von Datenbanksystemen
- erklären die verschiedenen Phasen des Datenbankentwurfs
- benutzen das Entity-Relationship Modell und das erweiterte Entity-Relationship Modell zur semantischen Datenmodellierung
- unterscheiden verschiedene Notationen für ER-Diagramme
- erläutern die grundlegenden Konzepte des relationalen Datenmodells
- bilden ein gegebenes EER-Diagramm auf ein relationales Datenbankschema ab
- erklären die Normalformen 1NF, 2NF, 3NF, BCNF und 4NF
- definieren die Operationen der Relationenalgebra
- erstellen Datenbanktabellen mit Hilfe von SQL
- lösen Aufgaben zur Datenselektion und Datenmanipulation mit Hilfe von SQL
- erklären die grundlegenden Konzepte der XML
- erstellen DTDs für XML-Dokumente
- benutzen XPATH zur Formulierung von Anfragen an XML-Dokumente
- definieren die grundlegenden Strukturelemente und Operatoren des multidimensionalen Datenmodells
- erklären Star- und Snowflake-Schema
- benutzen einfache UML Use-Case Diagramme
- benutzen einfache UML-Aktivitätsdiagramme

- erstellen UML-Sequenzdiagramme
- erstellen einfache UML-Klassendiagramme
- erklären den Begriff Meta-Modellierung
- definieren den Begriff der Ontologie in der Informatik
- definieren die Begriffe RDF und OWL

Literatur:

- Alfons Kemper, Andre Eickler: Datenbanksysteme : Eine Einführung. 6., aktualis. u. erw. Aufl. Oldenbourg, März 2006. - ISBN-10: 3486576909
- Bernd Oestereich: Analyse und Design mit UML 2.1. 8. Aufl. Oldenbourg, Januar 2006. - ISBN-10: 3486579266
- Ian Sommerville: Software Engineering. 8., aktualis. Aufl. Pearson Studium, Mai 2007. - ISBN-10: 3827372577
- Horst A. Neumann: Objektorientierte Softwareentwicklung mit der Unified Modeling Language. (UML). Hanser Fachbuch, März 2002. - ISBN-10: 3446188797
- Rainer Eckstein, Silke Eckstein: XML und Datenmodellierung. Dpunkt Verlag, November 2003. ISBN-10: 3898642224

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "079#72#H", "079#74#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Digitale Geistes- und Sozialwissenschaften (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Informatik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Linguistische Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Physik (Master of Science)", "Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Master of Science)", "Physische Geographie (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Konzeptionelle Modellierung (Klausur) (Prüfungsnummer: 31301)

(englische Bezeichnung: Written examination in conceptual modelling)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 90 Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Richard Lenz

Modulbezeichnung:	Künstliche Intelligenz I (KI I) (Artificial Intelligence I)	7.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Michael Kohlhase	
Lehrende:	Michael Kohlhase	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 135 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch
Lehrveranstaltungen:		

**Inhalt:**

Dieser Kurs beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere formale Wissensrepräsentation, Heuristische Suche, Automatisches Planen und Schliessen unter Unsicherheit.

—

This course covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular symbolic techniques based on search and inference. Lernziele und Kompetenzen:

- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen.
- Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben).
- Analyse: Die Studierenden lernen die über die modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.

**Sozialkompetenz**

- Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen

—

**Learning Goals and Competencies**

**Technical, Learning, and Method Competencies**

- Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI.
- Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks).
- Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better.
- Social Competences: Students work in small groups to solve an AI game-play challenge/competition (Kalah).

**Literatur:**

Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch

Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.

Deutsche Ausgabe:

Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2.&#8203; Auflage). ISBN: 978-3-8273-7089-1.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Medizintechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Künstliche Intelligenz I (Prüfungsnummer: 535405)

(englische Bezeichnung: Artificial Intelligence I)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Michael Kohlhasse

---

Modulbezeichnung:	Maschinelles Lernen für Zeitreihen (MLTS) (Machine Learning for Time Series)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Björn Eskofier, Oliver Amft	
Lehrende:	Björn Eskofier, Oliver Amft	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

#### Lehrveranstaltungen:

Maschinelles Lernen für Zeitreihen (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Björn Eskofier et al.)  
 Maschinelles Lernen für Zeitreihen Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Nooshin Haji Ghassemi et al.)

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Pattern Analysis  
 Introduction to Pattern Recognition  
 Pattern Recognition

#### Inhalt:

Die Vorlesung vermittelt Konzepte des Maschinellen Lernens speziell im Hinblick auf Anwendungen bei Zeitreihen. Es handelt sich hier um eine Spezialisierungsvorlesung, eine erfolgreiche Absolvierung der Vorlesungen „IntroPR“ und/oder „Pattern Recognition“/„Pattern Analysis“ wird empfohlen. Konzepte, die in „IntroPR“ vermittelt werden, werden hier als Grundwissen vorausgesetzt. Die folgenden Themen werden in der Vorlesung behandelt:

- Ein Überblick über die Anwendungsgebiete der Zeitreihenanalyse
- Methodische Grundlagen des Maschinellen Lernens (ML) für die Analyse von Zeitreihen, beispielsweise Gauß-Prozesse, Monte-Carlo Sampling und Deep Learning
- Design, Implementierung und Evaluation von ML Methoden, um Probleme in Zeitreihen zu adressieren
- Arbeitstechniken in bekannten Toolboxes zur Implementierung von relevanten Methoden, beispielsweise Tensorflow/Keras

#### Content

Aim of the lecture is to teach Machine learning (ML) methods for a variety of time series applications. The following topics will be covered:

- An overview of applications of time series analysis
- Fundamentals of Machine learning (ML) methods, such as Gaussian processes, Monte Carlo sampling methods and deep learning, for time series analysis
- Design, implementation and evaluation of ML methods in order to address time series problems
- Working with widely-used toolboxes that can be used for implementation of ML methods, such as Tensorflow or Keras

#### Lernziele und Kompetenzen:

- Die Studierenden sollen ein Verständnis für Zeitreihenprobleme und deren Lösungen in Applikationsgebieten der Industrie, Medizin, dem Finanzwesen, etc. entwickeln
- Die Studierenden erlernen Konzepte des Maschinellen Lernens im Allgemeinen und deren Anwendung auf Zeitreihen im Besonderen
- Die Studierenden erlernen die Charakteristika von Zeitreihendaten und werden zur Entwicklung und Implementierung von ML-Methoden angeleitet, um solche Daten in konkreten Fragestellungen zu modellieren, manipulieren und vorherzusagen.

#### Learning Objectives

- Students develop an understanding of concepts of time series problems and their wide applications in industry, medicine, finance, etc.
  - Students learn concepts of machine learning (ML) methods in general and tackling time series problems in particular
  - Students understand the characteristics of time series data and will be capable of developing and implementing ML methods to model, predict and manipulate such data in concrete problems  
Studon: [https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs\\_2202195](https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_2202195) Literatur:
  - Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT press, 2012
  - The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, Springer, 2009
  - Deep Learning, Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, MIT Press, 2016
  - Reinforcement Learning: An Introduction, Richard S. Sutton and Andrew G. Barto, MIT press, 1998
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Medizintechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

**Maschinelles Lernen für Zeitreihen (Prüfungsnummer: 428256)**

(englische Bezeichnung: Machine Learning for Time Series)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Björn Eskofier

---

<b>Modulbezeichnung:</b>	Maschinelles Lernen für Zeitreihen Deluxe (MLTS+)	7.5 ECTS
	(Machine Learning for Time Series)	
<b>Modulverantwortliche/r:</b>	Björn Eskofier, Oliver Amft	
<b>Lehrende:</b>	Björn Eskofier, Oliver Amft	
<b>Startsemester:</b> WS 2019/2020	<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Turnus:</b> jährlich (WS)
<b>Präsenzzeit:</b> 90 Std.	<b>Eigenstudium:</b> 135 Std.	<b>Sprache:</b> Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

- Maschinelles Lernen für Zeitreihen (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Björn Eskofier et al.)
  - Maschinelles Lernen für Zeitreihen Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Nooshin Haji Ghassemi et al.)
  - Maschinelles Lernen für Zeitreihen Laborprojekt (WS 2019/2020, Praktikum, 2 SWS, Nooshin Haji Ghassemi)
- 

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Pattern Analysis

**Inhalt:**

Die Vorlesung vermittelt Konzepte des Maschinellen Lernens speziell im Hinblick auf Anwendungen bei Zeitreihen. Es handelt sich hier um eine Spezialisierungsvorlesung, eine erfolgreiche Absolvierung der Vorlesungen „IntroPR“ und/oder „Pattern Recognition“/„Pattern Analysis“ wird empfohlen. Konzepte, die in „IntroPR“ vermittelt werden, werden hier als Grundwissen vorausgesetzt. Die folgenden Themen werden in der Vorlesung behandelt:

- Ein Überblick über die Anwendungsgebiete der Zeitreihenanalyse
- Methodische Grundlagen des Maschinellen Lernens (ML) für die Analyse von Zeitreihen, beispielsweise Gauß-Prozesse, Monte-Carlo Sampling und Deep Learning
- Design, Implementierung und Evaluation von ML Methoden, um Probleme in Zeitreihen zu adressieren
- Arbeitstechniken in bekannten Toolboxes zur Implementierung von relevanten Methoden, beispielsweise Tensorflow/Keras

**Content**

Aim of the lecture is to teach Machine learning (ML) methods for a variety of time series applications. The following topics will be covered:

- An overview of applications of time series analysis
- Fundamentals of Machine learning (ML) methods, such as Gaussian processes, Monte Carlo sampling methods and deep learning, for time series analysis
- Design, implementation and evaluation of ML methods in order to address time series problems
- Working with widely-used toolboxes that can be used for implementation of ML methods, such as Tensorflow or Keras

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Die Studierenden sollen ein Verständnis für Zeitreihenprobleme und deren Lösungen in Applikationsgebieten der Industrie, Medizin, dem Finanzwesen, etc. entwickeln
- Die Studierenden erlernen Konzepte des Maschinellen Lernens im Allgemeinen und deren Anwendung auf Zeitreihen im Besonderen
- Die Studierenden erlernen die Charakteristika von Zeitreihendaten und werden zur Entwicklung und Implementierung von ML-Methoden angeleitet, um solche Daten in konkreten Fragestellungen zu modellieren, manipulieren und vorherzusagen.

**Learning Objectives**

- Students develop an understanding of concepts of time series problems and their wide applications in industry, medicine, finance, etc.
  - Students learn concepts of machine learning (ML) methods in general and tackling time series problems in particular
  - Students understand the characteristics of time series data and will be capable of developing and implementing ML methods to model, predict and manipulate such data in concrete problems
- Studon: [https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs\\_2202195](https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_2202195) Literatur:

- Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT press, 2012
  - The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, Springer, 2009
  - Deep Learning, Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, MIT Press, 2016
  - Reinforcement Learning: An Introduction, Richard S. Sutton and Andrew G. Barto, MIT press, 1998
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Maschinelles Lernen für Zeitreihen Deluxe (Prüfungsnummer: 482355)

(englische Bezeichnung: Machine Learning for Time Series Deluxe)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Björn Eskofier

Modulbezeichnung:	Numerik I für Ingenieure (NumIng1) (Numerics for Engineers I)	5 ECTS
-------------------	--	--------

Modulverantwortliche/r:	Wilhelm Merz, J. Michael Fried
-------------------------	--------------------------------

Lehrende:	Nicolas Neuß, J. Michael Fried, u.a., Wilhelm Merz
-----------	--

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
-----------------------------	-------------------	-----------------------

Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch
----------------------	-----------------------	------------------

Lehrveranstaltungen:

Numerik I für Ingenieure (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Nicolas Neuß)

Übungen zur Numerik I für Ingenieure (WS 2019/2020, Praktikum, 2 SWS, Nicolas Neuß)

Empfohlene Voraussetzungen:

Kurs Mathematik für Ingenieure I, II und III

Inhalt:

Elementare Numerik

Direkte und iterative Lösungsverfahren bei linearen Gleichungssystemen, Interpolation mit NewtonPolynomen und Splines, Quadratur mit Newton-Côtes-Formeln, Extrapolation nach Romberg  
 Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen:

Verschiedene Runge-Kutta Methoden als Einschrittverfahren, Konsistenz, Stabilität- und Konvergenzaussage, Mehrschrittverfahren Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden lernen

- verschiedene numerische Methoden zur Lösung linearer Gleichungssysteme
- verschiedene Methoden zu beurteilen
- Interpolationstechniken und Güte der Approximation
- grundlegende Quadraturverfahren und die Beurteilung solcher
- grundlegende Diskretisierungsmethoden bei gewöhnlichen Differentialgleichungen
- Beurteilung dieser Methoden und Verfahren
- algorithmische Umsetzung o.g. Verfahren als Grundlage für Computer-Codes

Literatur:

Skripte des Dozenten

H.-R. Schwarz, N. Köckler: *Numerische Mathematik*, Teubner

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung  
Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Physische Geographie (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung Numerik I für Ingenieure (Prüfungsnummer: 46201)

(englische Bezeichnung: Lecture: Numerics for Engineers I)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer) 1.

Prüfer: Nicolas Neuß

---

Modulbezeichnung:	Pattern Recognition (PR) (Pattern Recognition)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Andreas Maier	
Lehrende:	Sebastian Käppler, Elmar Nöth	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen:		
Pattern Recognition (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Elmar Nöth)		
Pattern Recognition Exercises (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Stephan Seitz et al.)		

#### Empfohlene Voraussetzungen:

- Well grounded in probability calculus, linear algebra/matrix calculus
- The attendance of our bachelor course 'Introduction to Pattern Recognition' is not required but certainly helpful.
- Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Linearer Algebra/Matrizenrechnung
- Der Besuch der Bachelor-Vorlesung 'Introduction to Pattern Recognition' ist zwar keine Voraussetzung, aber sicherlich von Vorteil.

#### Inhalt:

Mathematical foundations of machine learning based on the following classification methods:

- Bayesian classifier
- Logistic Regression
- Naive Bayes classifier
- Discriminant Analysis
- norms and norm dependent linear regression
- Rosenblatt's Perceptron
- unconstraint and constraint optimization
- Support Vector Machines (SVM)
- kernel methods
- Expectation Maximization (EM) Algorithm and Gaussian Mixture Models (GMMs)
- Independent Component Analysis (ICA)
- Model Assessment
- AdaBoost

Mathematische Grundlagen der maschinellen Klassifikation am Beispiel folgender Klassifikatoren:

- Bayes-Klassifikator
- Logistische Regression
- Naiver Bayes-Klassifikator
- Diskriminanzanalyse
- Normen und normabhängige Regression
- Rosenblatts Perzeptron
- Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen
- Support Vector Maschines (SVM)
- Kernelmethoden
- Expectation Maximization (EM)-Algorithmus und Gaußsche Mischverteilungen (GMMs)
- Analyse durch unabhängige Komponenten
- Modellbewertung
- AdaBoost

## Lernziele und Kompetenzen: Die Studenten

- verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster
  - erläutern die mathematischen Grundlagen ausgewählter maschineller Klassifikatoren
  - wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsprobleme an
  - beurteilen unterschiedliche Klassifikatoren in Bezug auf ihre Eignung
  - verstehen in der Programmiersprache Python geschriebene Lösungen von Klassifikationsproblemen und Implementierungen von Klassifikatoren
  - understand the structure of machine learning systems for simple patterns
  - explain the mathematical foundations of selected machine learning techniques
  - apply classification techniques in order to solve given classification tasks
  - evaluate various classifiers with respect to their suitability to solve the given problem
  - understand solutions of classification problems and implementations of classifiers written in the programming language Python
  - Literatur:
  - Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2nd edition, John Wiley&Sons, New York, 2001
  - Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, Springer, New York, 2009
  - Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, New York, 2006
- 

## Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

### [1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "123#67#H", "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Digital Humanities (Master of Arts)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

## Studien-/Prüfungsleistungen:

### Pattern Recognition (Prüfungsnummer: 41301)

(englische Bezeichnung: Pattern Recognition)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

30-minütige mündliche Prüfung über den Stoff der Vorlesung und der Tafelübung

30 minute oral exam about the lecture and the corresponding exercises

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Elmar Nöth

---

Modulbezeichnung: Pattern Recognition Deluxe (PR)  
(Pattern Recognition Deluxe)

7.5 ECTS

Modulverantwortliche/r: Andreas Maier

---

---

Lehrende:	Sebastian Käppler, Elmar Nöth	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 80 Std.	Eigenstudium: 145 Std.	Sprache: Englisch

---

Lehrveranstaltungen:

- Pattern Recognition (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Elmar Nöth)
- Pattern Recognition Exercises (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Stephan Seitz et al.)
- Pattern Recognition Programming (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Lina Felsner et al.)

---

#### Empfohlene Voraussetzungen:

- Well grounded in probability calculus, linear algebra/matrix calculus
- A pattern recognition system consists of the following steps: sensor data acquisition, pre-processing, feature extraction, and classification. Our bachelor course 'Introduction to Pattern Recognition' focuses on the first three steps; this course on the final step of the pipeline, i.e. classification/machine learning. Knowledge about feature extraction is not required for studying the mathematical foundations of machine learning, but it is certainly helpful to get a better understanding of the whole picture.
- Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Linearer Algebra/Matrizenrechnung
- Ein Mustererkennungssystem besteht aus den folgenden Verarbeitungsstufen: Aufnahme der Sensordaten, Vorverarbeitung, Merkmalsextraktion und Klassifikation. Unsere Bachelor-Vorlesung 'Introduction to Pattern Recognition' behandelt hauptsächlich die ersten drei Stufen, während diese Veranstaltung sich mit den mathematischen Grundlagen der Klassifikation/des maschinellen Lernens beschäftigt. Wissen über die Merkmalsextraktion ist für das Verständnis der mathematischen Grundlagen der automatischen Klassifikation zwar nicht notwendig, aber es hilft sicherlich, das Gesamtbild besser zu verstehen.

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Introduction to Pattern Recognition Deluxe Introduction  
to Pattern Recognition

---

#### Inhalt:

Mathematical foundations of machine learning based on the following classification methods:

- Bayesian classifier
- Logistic Regression
- Naive Bayes classifier
- Discriminant Analysis
- norms and norm dependent linear regression
- Rosenblatt's Perceptron
- unconstraint and constraint optimization
- Support Vector Machines (SVM)
- kernel methods
- Expectation Maximization (EM) Algorithm and Gaussian Mixture Models (GMMs)
- Independent Component Analysis (ICA)
- Model Assessment
- AdaBoost

Mathematische Grundlagen der maschinellen Klassifikation am Beispiel folgender Klassifikatoren:

- Bayes-Klassifikator
- Logistische Regression
- Naiver Bayes-Klassifikator
- Diskriminanzanalyse
- Normen und normabhängige Regression

- Rosenblatts Perzeptron
- Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen
- Support Vector Maschines (SVM)
- Kernelmethoden
- Expectation Maximization (EM)-Algorithmus und Gaußsche Mischverteilungen (GMMs)
- Analyse durch unabhängige Komponenten
- Modellbewertung
- AdaBoost

Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden

- verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster
- erläutern die mathematischen Grundlagen ausgewählter maschineller Klassifikatoren
- wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsprobleme an
- beurteilen unterschiedliche Klassifikatoren in Bezug auf ihre Eignung
- lösen selbständig Klassifikationsprobleme und schreiben eigene Implementierungen von Klassifikatoren in der Programmiersprache Python

Students

- understand the structure of machine learning systems for simple patterns
  - explain the mathematical foundations of selected machine learning techniques
  - apply classification techniques in order to solve given classification tasks
  - evaluate various classifiers with respect to their suitability to solve the given problem
  - solve classification problems on their own and write their own implementations of classifiers in the programming language Python
- Literatur:
- Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2nd edition, John Wiley&Sons, New York, 2001
  - Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, Springer, New York, 2009
  - Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, New York, 2006

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Pattern Recognition Deluxe (Prüfungsnummer: 456863)

(englische Bezeichnung: Pattern Recognition Deluxe)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

30-minütige mündliche Prüfung über den Stoff der Vorlesung und der Übungen. Voraussetzung ist die erfolgreiche Bearbeitung der Programmieraufgaben.

30 minute oral exam about the lecture and the exercises. It is required to successfully complete the programming tasks.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch  
Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020  
1. Prüfer: Elmar Nöth

---

Modulbezeichnung:	Reconfigurable Computing (RC-VU) (Reconfigurable Computing)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Jürgen Teich	
Lehrende:	Jürgen Teich	

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

#### Lehrveranstaltungen:

Reconfigurable Computing (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Jürgen Teich)

Exercises to Reconfigurable Computing (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Jorge A. Echavarria)

#### Inhalt:

##### Content:

Reconfigurable (adaptive) computing is a novel yet important research field investigating the capability of hardware to adapt to changing computational requirements such as emerging standards, late design changes, and even to changing processing requirements arising at run-time. Reconfigurable computing thus benefits from a) the programmability of software similar to the Von Neumann computer and b) the speed and efficiency of parallel hardware execution.

The purpose of the course reconfigurable computing is to instruct students about the possibilities and rapidly growing interest in adaptive hardware and corresponding design techniques by providing them the necessary knowledge for understanding and designing reconfigurable hardware systems and studying applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration.

After a general introduction about benefits and application ranges of reconfigurable (adaptive) computing in contrast to general-purpose and application-specific computing, the following topics will be covered:

- Reconfigurable computing systems: Introduction of available technology including fine grained look up table (LUT-) based reconfigurable systems such as field programmable gate arrays (FPGA) as well as newest coarse grained architectures and technology.
- Design and implementation: Algorithms and steps (design entry, functional simulation, logic synthesis, technology mapping, place and route, bit stream generation) to implement (map) algorithms to FPGAs. The main focus lies on logic synthesis algorithms for FPGAs, in particular LUT technology mapping.
- Temporal partitioning: techniques to reconfigure systems over time. Covered are the problems of mapping large circuits which do not fit one single device. Several temporal partitioning techniques are studied and compared.
- Temporal placement: Techniques and algorithms to exploit the possibility of partial and dynamic (run-time) hardware reconfiguration. Here, OS-like services are needed that optimize the allocation and scheduling of modules at run-time.
- On-line communication: Modules dynamically placed at run-time on a given device need to communicate as well as transport data off-chip. State-of-the-art techniques are introduced how modules can communicate data at run-time including bus-oriented as well as network-on-a-chip (NoC) approaches.
- Designing reconfigurable applications on Xilinx Virtex FPGAs: In this part, the generation of partial bitstreams for components to be placed at run-time on Xilinx FPGAs is introduced and discussed including newest available tool flows.
- Applications: This section presents applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. It covers the use of reconfigurable systems including rapid prototyping, reconfigurable supercomputers, reconfigurable massively parallel computers and studies important application domains such as distributed arithmetic, signal processing, network packet processing, control design, and cryptography.

## Lernziele und Kompetenzen:

Learning objectives and competencies:

### *Fachkompetenz*

#### *Wissen*

- The students know to exploit run-time reconfigurable design methodologies for adaptive applications.

#### *Verstehen*

- The students understand the mapping steps, and optimization algorithms.
- The students classify different types and kinds of reconfigurable hardware technologies available today.
- The students clarify pros and cons of reconfigurable computing technology.
- The students summarize applications benefiting from reconfigurable computing.
- The students describe the design of circuits and systems-on-a-chip (SoC) on FPGAs.

## Literatur:

- The Hamburg VHDL Archive (see Documentation link for free books)
  - Interactive VHDL Tutorial with 150 examples from ALDEC
  - Easy FPGA tutorials, projects and boards
  - Xilinx WebPack ISE and Modelsim MXE (free FPGA synthesis tool and free VHDL simulator)
  - Symphone EDA free VHDL simulator (select FREE Edition license)
  - Icarus open-source Verilog simulator
- 

## Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

### [1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

## Studien-/Prüfungsleistungen:

### Reconfigurable Computing (Prüfungsnummer: 31951)

(englische Bezeichnung: Reconfigurable Computing)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Oral examination (Duration: 30 min) + Successful completion of all tasks in the exercises (mandatory)

Final grade of the module is determined by the oral examination.

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Jürgen Teich

---

## Organisatorisches:

Selection of this module prohibits the selection of the module "Reconfigurable Computing with Extended Exercises (RC-VEU)" by the student.

## Bemerkungen:

Reconfigurable computing is an interdisciplinary field of research between computer science and electrical engineering.

---

Modulbezeichnung:	Reconfigurable Computing with Extended Exercises (RC-VEU) (Reconfigurable Computing with Extended Exercises)	7.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Jürgen Teich	
Lehrende:	Jürgen Teich	
Startsemester:	WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester
Präsenzzeit:	90 Std.	Eigenstudium: 135 Std.
		Turnus: jährlich (WS)
		Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen:	Reconfigurable Computing (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Jürgen Teich) Exercises to Reconfigurable Computing (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Jorge A. Echavarria) Extended Exercises to Reconfigurable Computing (WS 2019/2020, Übung, Martin Letras)	

---

#### Inhalt:

##### Content:

Reconfigurable (adaptive) computing is a novel yet important research field investigating the capability of hardware to adapt to changing computational requirements such as emerging standards, late design changes, and even to changing processing requirements arising at run-time. Reconfigurable computing thus benefits from a) the programmability of software similar to the Von Neumann computer and b) the speed and efficiency of parallel hardware execution.

The purpose of the course reconfigurable computing is to instruct students about the possibilities and rapidly growing interest in adaptive hardware and corresponding design techniques by providing them the necessary knowledge for understanding and designing reconfigurable hardware systems and studying applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration.

After a general introduction about benefits and application ranges of reconfigurable (adaptive) computing in contrast to general-purpose and application-specific computing, the following topics will be covered:

- Reconfigurable computing systems: Introduction of available technology including fine grained look up table (LUT-) based reconfigurable systems such as field programmable gate arrays (FPGA) as well as newest coarse grained architectures and technology.
- Design and implementation: Algorithms and steps (design entry, functional simulation, logic synthesis, technology mapping, place and route, bit stream generation) to implement (map) algorithms to FPGAs. The main focus lies on logic synthesis algorithms for FPGAs, in particular LUT technology mapping.
- Temporal partitioning: techniques to reconfigure systems over time. Covered are the problems of mapping large circuits which do not fit one single device. Several temporal partitioning techniques are studied and compared.
- Temporal placement: Techniques and algorithms to exploit the possibility of partial and dynamic (run-time) hardware reconfiguration. Here, OS-like services are needed that optimize the allocation and scheduling of modules at run-time.
- On-line communication: Modules dynamically placed at run-time on a given device need to communicate as well as transport data off-chip. State-of-the-art techniques are introduced how modules can communicate data at run-time including bus-oriented as well as network-on-a-chip (NoC) approaches.
- Designing reconfigurable applications on Xilinx Virtex FPGAs: In this part, the generation of partial bitstreams for components to be placed at run-time on Xilinx FPGAs is introduced and discussed including newest available tool flows.

- Applications: This section presents applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. It covers the use of reconfigurable systems including rapid prototyping, reconfigurable supercomputers, reconfigurable massively parallel computers and studies important application domains such as distributed arithmetic, signal processing, network packet processing, control design, and cryptography.

#### Lernziele und Kompetenzen:

Learning objectives and competencies:

##### *Fachkompetenz*

###### *Wissen*

- The students know to exploit run-time reconfigurable design methodologies for adaptive applications.

###### *Verstehen*

- The students understand the mapping steps, and optimization algorithms.
- The students classify different types and kinds of reconfigurable hardware technologies available today.
- The students clarify pros and cons of reconfigurable computing technology.
- The students summarize applications benefiting from reconfigurable computing.

###### *Anwenden*

- The students apply design tools for implementation of circuits and systems-on-a-chip (SoC) on FPGAs during practical training.

##### *Sozialkompetenz*

- The students perform group work in small teams during practical training.

#### Literatur:

- The Hamburg VHDL Archive (see Documentation link for free books)
  - Interactive VHDL Tutorial with 150 examples from ALDEC
  - Easy FPGA tutorials, projects and boards
  - Xilinx WebPack ISE and Modelsim MXE (free FPGA synthesis tool and free VHDL simulator)
  - Symphone EDA free VHDL simulator (select FREE Edition license)
  - Icarus open-source Verilog simulator
- 

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Reconfigurable Computing (Lecture with Extended Exercises) (Prüfungsnummer: 714289)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Oral examination (Duration: 30 min) + Successful attendance of the extended exercises (mandatory) + Successful completion of all tasks in the exercises (mandatory) Final grade of the module is determined by the oral examination.

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Jürgen Teich

---

Organisatorisches:

Selection of this module prohibits the selection of the module "Reconfigurable Computing (RC-VU)" by the student. Bemerkungen:

Reconfigurable computing is an interdisciplinary field of research between computer science and electrical engineering.

---

Modulbezeichnung: Statistische Signalverarbeitung (STASIP) 5 ECTS  
 (Statistical Signal Processing)  
 Modulverantwortliche/r: Walter Kellermann  
 Lehrende: Walter Kellermann, Alexander Schmidt

---

Startsemester: WS 2019/2020      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
 Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Englisch

---

Lehrveranstaltungen:  
 Statistische Signalverarbeitung (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Walter Kellermann)  
 Ergänzungen und Übungen zur statistischen Signalverarbeitung (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Alexander Schmidt)

---

Empfohlene Voraussetzungen:  
 Module ‚Signale und Systeme I‘ und ‚Signale und Systeme II‘, ‚Digitale Signalverarbeitung‘ oder gleichwertige

---

#### Inhalt:

The course concentrates on fundamental methods of statistical signal processing and their applications. The main topics are:

Discrete-time stochastic processes in the time and frequency domain Random variables (RVs), probability distributions and densities, expectations of random variables, transformation of RVs, vectors of normally distributed RVs, time-discrete random processes: probability distribution and densities, expectation, stationarity, cyclostationarity, ergodicity, correlation functions and correlation matrices, spectral representations, principal component analysis (PCA), Karhunen-Loève transform (KLT). Estimation theory estimation criteria, prediction, classical and Bayesian parameter estimation (including MMSE, Maximum Likelihood, and Maximum A Posteriori estimation), Cramer-Rao bound  
 Linear signal models

Parametric models (cepstral decomposition, Paley-Wiener theorem, spectral flatness), non-parametric models (all-pole, all-zero and pole-zero models, lattice structures, Yule-Walker equations, PARCOR coefficients, cepstral representation)

#### Signal estimation

Supervised estimation, problem classes, orthogonality principle, MMSE estimation, linear MMSE estimation for normally distributed random processes, optimum FIR filtering, optimum linear filtering for stationary processes, prediction and smoothing, Kalman filters, optimum multichannel filtering (Wiener filter, LCMV, MVDR, GSC)

#### Adaptive filtering

Gradient methods, LMS, NLMS, APA and RLS algorithms and their convergence behavior

#### Zeitdiskrete Zufallsprozesse im Zeit- und Frequenzbereich

Zufallsvariablen (ZVn), Wahrscheinlichkeitsverteilungen und - dichten, Erwartungswerte; Transformation von ZVn; Vektoren normalverteilter ZVn; zeitdiskrete Zufallsprozesse (ZPe): Wahrscheinlichkeitsverteilungen und - dichten, Erwartungswerte, Stationarität, Zyklstationarität, Ergodizität, Korrelationsfunktionen und -matrizen, Spektraldarstellungen; ‚Principal Component Analysis‘, Karhunen-Loeve Transformation;

#### Schätztheorie

Schätzkriterien; Prädiktion; klassische und Bayes'sche Parameterschätzung (inkl. MMSE, Maximum Likelihood, Maximum A Posteriori); Cramer-Rao-Schranke

#### Lineare Signalmodelle

Parametrische Modelle (Cepstrale Zerlegung, Paley-Wiener Theorem, Spektrale Glattheit);  
Nichtparametrische Modelle: ‚Allpole‘-/‚Allzero‘-/‚Pole-zero‘-(AR/MA/ARMA) Modelle; ‚Lattice‘-  
Strukturen, Yule-Walker Gleichungen, PARCOR-Koeffizienten, Cepstraldarstellungen;

Signalschätzung

Überwachte Signalschätzung, Problemklassen; Orthogonalitätsprinzip, MMSE-Schätzung, lineare  
MMSE-Schätzung für Gaußprozesse; Optimale FIR-Filter; Lineare Optimalfilter für stationäre Prozesse;  
Prädiktion und Glättung; Kalman-Filter; optimale Multikanalfilterung (Wiener-Filter, LCMV, MVDR,  
GSC);

Adaptive Filterung

Gradientenverfahren; LMS-, NLMS-, APA- und RLS-Algorithmus und Ihr Konvergenzverhalten; The  
course concentrates on fundamental methods of statistical signal processing and their applications.  
The main topics are:

Discrete-time stochastic processes in the time and frequency domain Estimation theory Non-  
parametric and parametric signal models (pole/zero models, ARMA models) Optimum linear filters  
(e.g. for prediction), eigenfilters, Kalman filters Algorithms for optimum linear filter identification  
(adaptive filters)

Course material

To be kept up to date, please register for the course on StudOn. Extra points for the written exam  
Extra points for the written exam can be obtained by handing in the homework. Please note: 1.) The  
homework is to be prepared in groups of two. 2.) Copying from another group will result in zero  
points. 3.) All calculations for arriving at an answer must be shown. 4.) If you fail in the exam without  
extra points, they cannot be taken into account. 5.) The extra points expire for the resit.

Number of passed worksheets: Extra points for the written exam: (based on 100 achievable points) 0  
- 3.5 0 4 - 4.5 4 5 - 5.5 5 6 - 6.5 6

Literature

A. Papoulis, S. Pillai: Probability, Random Variables and Stochastic Processes; McGraw-Hill, 2002  
(English) D. Manolakis, V. Ingle, S. Kogon: Statistical and Adaptive Signal Processing; Artech House,  
2005 (English)

Timetable: The timetable can be accessed via the StudOn calendar.

Lernziele und Kompetenzen: The  
students:

- analyze the statistical properties of random variables, random vectors, and stochastic processes by probability density functions and expectations as well as correlation functions and matrices and their frequency-domain representations
- know the Gaussian distribution and its role to describe the properties of random variables, vectors and processes
- understand the differences between classical and Bayesian estimation, derive and analyze MMSE and ML estimators for specific estimation problems, especially for signal estimation
- analyze and evaluate optimum linear MMSE estimators (single- and multichannel Wiener filter and Kalman filter) for direct and inverse supervised estimation problems
- evaluate adaptive filters for the identification of optimum linear estimators. Die Studenten
- analysieren die statistischen Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und stochastischen Prozessen mittels Wahrscheinlichkeitsdichten und Erwartungswerten, bzw. Korrelationsfunktionen, Korrelationsmatrizen und deren Frequenzbereichsdarstellungen
- kennen die spezielle Rolle der Gaußverteilung und ihre Auswirkungen auf die Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und Prozessen
- verstehen die Unterschiede klassischer und Bayes'scher Schätzung, entwerfen und analysieren MMSE- und ML-Schätzer für spezielle Schätzprobleme, insbesondere zur Signalschätzung
- analysieren und evaluieren lineare MMSE-optimale Schätzer (ein- und vielkanalige Wiener-Filter und Kalman-Filter) für direkte und inverse überwachte Schätzprobleme;
- evaluieren adaptive Filter zur Identifikation optimaler linearer Signalschätzer Literatur:

- A. Papoulis, S. Pillai: Probability, Random Variables and Stochastic Processes; McGraw-Hill, 2002 (englisch)
- D. Manolakis, V. Ingle, S. Kogon: Statistical and Adaptive Signal Processing; McGraw-Hill, 2005 (englisch)

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Statistical Signal Processing (Prüfungsnummer: 64301)

(englische Bezeichnung: Statistical Signal Processing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Durch Abgabe der Übungsblätter können Bonuspunkte für die Klausur erarbeitet werden. Wird die Klausur ohne Bonus nicht bestanden, darf der Bonus nicht angerechnet werden. Der Bonus verfällt dann auch für die Wiederholungsklausur. Es gilt folgende Abbildung (bei 100 erreichbaren Punkten in der Klausur): weniger als 4 Übungspunkte = 0 Bonuspunkte in der Klausur, 4 bis 4,5 Übungspunkte = 4 Bonuspunkte in der Klausur, 5 bis 5,5 Übungspunkte = 5 Bonuspunkte in der Klausur, 6 bis 6,5 Übungspunkte = 6 Bonuspunkte in der Klausur, 7 Übungspunkte = 7 Bonuspunkte in der Klausur.

Erstabllegung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Walter Kellermann

Modulbezeichnung: Systemprogrammierung Vertiefung (VSP) 5 ECTS

(Advanced Systems Programming)

Modulverantwortliche/r: Wolfgang Schröder-Preikschat

Lehrende: Wolfgang Schröder-Preikschat, Jürgen Kleinöder

Startsemester: WS 2019/2020 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std. Eigenstudium: 90 Std. Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Systemprogrammierung 2 (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Jürgen Kleinöder et al.)

Übungen zu Systemprogrammierung 2 (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Dustin Nguyen et al.)

Rechnerübungen zu Systemprogrammierung 1 und 2 (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Dustin Nguyen et al.)

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: Grundlagen der Systemprogrammierung

---

Inhalt:

- Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation)
- Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme
- Programmierung von Systemsoftware

Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden

- erwerben fundierte Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen
  - verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen
  - erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen realen und abstrakten (virtuellen) Maschinen • erlernen die Programmiersprache C
  - entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufschnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Mathematik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Systemprogrammierung Vertiefung (Prüfungsnummer: 650143)

(englische Bezeichnung: Advanced Systems Programming)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (6 Programmieraufgaben, es müssen mind. 50 % der insgesamt erreichbaren Punkte erreicht werden), Vorstellung mind. einer Aufgabenbearbeitung in einer Tafelübung.

Mündliche Prüfung (ca. 20 min.) über den Stoff von Vorlesung und Übungen. Die Modulnote ergibt sich zu 100 % aus der Note der mündlichen Prüfung.

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Jürgen Kleinöder

---

Modulbezeichnung: A look inside the human body - gait analysis and 2.5 ECTS simulation  
(GAS)  
(A look inside the human body - gait analysis and simulation)

Modulverantwortliche/r: Anne Koelewijn

Lehrende: Anne Koelewijn

Startsemester: WS 2019/2020 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 30 Std. Eigenstudium: 45 Std. Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

A look inside the human body - gait analysis and simulation (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Anne Koelewijn)

Inhalt:

The aim of this lecture is to teach methods of gait analysis and simulation. Gait analysis experiments will be covered, as well as more modern approaches to gather walking data. Techniques to process gait analysis experiments are discussed, as well as dynamic models that can be used to create gait simulations. This lecture addresses the following topics:

- Measurement systems for gait analysis
- Methods to calculate joint kinetics and kinematics from experimental data
- Muscle biology, specific to force generation, and modelling of muscles
- Methods to calculate muscle activation from experimental data
- Energetics of walking
- Multibody dynamics
- Creating simulations of gait

Lernziele und Kompetenzen:

Learning objectives:

- Be familiar with the existing measurement options for gait analysis
- Know state-of-the art techniques to process gait analysis experiments
- Select an appropriate processing technique for a specific experiment
- Understand how gait could be simulated and where these simulations could be applied
- Know the function of the different components of the human body that are involved in locomotion

Literatur:

- Winter, David A. Biomechanics and motor control of human movement. John Wiley & Sons, 2009.
- Kelly, Matthew. "An introduction to trajectory optimization: How to do your own direct collocation." SIAM Review 59.4 (2017): 849-904.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung

Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV))

Studien-/Prüfungsleistungen:

A look inside the human body - gait analysis and simulation (Prüfungsnummer: 68371)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Björn Eskofier

Modulbezeichnung: Biomedizinische Signalanalyse (BioSig) 5 ECTS  
(Biomedical Signal Analysis)

Modulverantwortliche/r: Björn Eskofier

Lehrende: Felix Kluge, Björn Eskofier

Startsemester: WS 2019/2020 Dauer: 1 Semester Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std. Eigenstudium: 90 Std. Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Biomedizinische Signalanalyse (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Felix Kluge et al.)

Biomedizinische Signalanalyse Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, N.N.)

Inhalt:

Im Rahmen der Vorlesung werden (a) die Grundlagen der Generation von wichtigen Biosignalen im menschlichen Körper, (b) die Messung von Biosignalen und (c) Methoden zur Analyse von Biosignalen erläutert und dargestellt.

Behandelte Biosignale sind unter anderem Aktionspotential (AP), Elektrokardiogramm (EKG), Elektromyogramm (EMG), Elektroenzephalogramm (EEG), oder Mechanomyogramm (MMG). Bei der Messung liegt der Fokus beispielsweise auf der Messtechnik oder der korrekten Sensor- bzw. Elektrodenanbringung. Im größten Teil der Vorlesung, Analyse von Biosignalen, werden Konzepte zur Filterung für die Artefaktreduktion, der Wavelet Analyse, der Ereigniserkennung und der Wellenformanalyse behandelt. Zum Schluss wird einen Einblick in überwachte Verfahren der Mustererkennung gegeben. The lecture content explains and outlines (a) basics for the generation of important biosignals of the human body, (b) measurement of biosignals, and (c) methods for biosignals analysis.

Considered biosignals are among others action potential (AP), electrocardiogram (ECG), electromyogram (EMG), electroencephalogram (EEG), or mechanomyogram (MMG). The focus during the measurement part is for example the measurement technology or the correct sensor and electrode placement. The main part of the lecture is the analysis part. In this part, concepts like filtering for artifact reduction, wavelet analysis, event detection or waveform analysis are covered. In the end, an insight into pattern recognition methods is gained.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Kurses

1. *Wissen*

- die Entstehung, Messung und Charakteristika der wichtigsten Biosignale des menschlichen Körpers wiedergeben

2. *Verstehen*

- die wesentlichen Ursachen von Artefakten in Biosignalen erklären
- Zusammenhänge zwischen der Entstehung der Biosignale des menschlichen Körper und dem gemessenen Signal erklären
- Messmethoden der wichtigsten Biosignale erklären
- Filteroperationen zur Eliminierung von Artefakten erläutern
- bekannte Algorithmen der Verarbeitung bestimmter Biosignal erklären (z.B. Pan Tompkins für EKG)
  - typische Komponenten und ihre Bedeutung in einer generischen Signalanalyse Kette erläutern
- die Struktur und Funktionsweise von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster darstellen

3. *Anwenden*

- Signalcharakteristiken im Zeit- und Frequenzbereich bestimmen
- Algorithmen der Biosignalverarbeitung anwenden und in Python implementieren

- Filteroperationen zur Eliminierung von Artefakten anwenden und in Python implementieren
- Methoden selbstständig auf interdisziplinäre Fragestellungen der Medizin und der Ingenieurwissenschaften anwenden
- das Ergebnis von typischen Filteroperationen abschätzen

#### 4. *Analysieren*

- Filtercharakteristika von Schaltkreisen ableiten
- Algorithmen der Biosignalverarbeitung vergleichen
- Klassifikationsprobleme in Python lösen
- Typische Artefakte in Biosignalen erkennen und Lösungsstrategien vorschlagen

#### 5. *Evaluieren*

- Biosignale mit medizinischen Normalwerten vergleichen und im medizinischen Kontext evaluieren
- Klassifikationsergebnisse beurteilen
- die Bedeutung der Biosignalverarbeitung für die Medizintechnik diskutieren
- Probleme in Gruppen kooperativ und verantwortlich lösen und in der Übungsgruppe bzw. im Forum diskutieren

After completion of the course students are able to

#### 1. *Remembering*

- reproduce the generation, measurement, and characteristics of important biosignals of the human body

#### 2. *Understanding*

- explain the causes of artifacts in biosignals
- explain relations between the generation of biosignals and the measured signal
- explain methods for the measurement of important biosignals
- explain filter operations for the reduction of artifacts
- explain algorithms for the analysis of important biosignals (e.g. Pan Tompkins for EKG)
- explain typical components and their importance in the signal analysis chain
- explain structure and functioning of systems for machine learning and pattern recognition

#### 3. *Applying*

- determine signal characteristics in the time and frequency domain
- apply and implement algorithms for signal analysis in Python
- implement filter operations for the reduction of artifacts in Python
- estimate the result of filter operations
- apply methods to interdisciplinary problems in medicine and medical engineering

#### 4. *Analyzing*

- derive filter characteristics from electric circuits
- compare signal analysis algorithms
- solve classification problems in Python
- recognize typical artifacts in biosignals and propose solutions for their reduction

#### 5. *Evaluating*

- compare biosignals with medical norm values and evaluate them in a medical context
  - evaluate classification results
  - discuss the importance of biomedical signal analysis for medical engineering
  - solve and discuss problems in groups cooperatively in the group exercises and the online forum
- Literatur:
- R.M. Rangayyan, Biomedical Signal Analysis: A case-study approach. 1st ed., 2002, New York, NY: John Wiley & Sons.
  - E.N. Bruce, Biomedical Signal Processing and Signal Modeling. 1st ed., 2001, New York, NY: John Wiley & Sons.

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung  
Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Biomedizinische Signalanalyse (Prüfungsnummer: 30701)

(englische Bezeichnung: Biomedical Signal Analysis)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

90-minütige schriftliche Klausur über den Stoff der Vorlesung und der Übungen

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Björn Eskofier

---

---

Modulbezeichnung:	Diagnostic Medical Image Processing (VHB-Kurs) (DMIP-VHB) (Diagnostic Medical Image Processing (VHB course))	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Andreas Maier	
Lehrende:	Andreas Maier	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: k.A. Std.	Eigenstudium: 150 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen:		
Medical Image Processing for Diagnostic Applications (VHB-Kurs) (WS 2019/2020, Vorlesung, 4 SWS, Julian Hoßbach et al.)		

---

Empfohlene Voraussetzungen: Ingenieurmathematik

---

Inhalt:

English version:

The contents of the lecture comprise basics about medical imaging modalities and acquisition hardware. Furthermore, details on acquisition-dependent preprocessing are covered for image intensifiers, flatpanel detectors, and MR. The fundamentals of 3D reconstruction from parallel-beam to cone-beam reconstruction are also covered. In the last chapter, rigid registration for image fusion is explained. In the exercises, algorithms that were presented in the lecture are implemented in Java.

Deutsche Version:

Die Inhalte der Vorlesung umfassen Grundlagen der medizinischen Bildverarbeitung und Aufnahmeprinzipien. Darüber hinaus werden Details der Vorverarbeitung für Bildverstärker, Flachpaneldetektoren und MR erklärt. Die Grundlagen der Rekonstruktion von Parallelstrahl bis hin zur Kegelstrahl-Tomographie werden ebenfalls behandelt. Im letzten Kapitel wird starre Registrierung für Bildfusion erläutert. In den Übungen werden Algorithmen aus der Vorlesung in Java implementiert.

Lernziele und Kompetenzen:

English Version: The participants

- understand the challenges in interdisciplinary work between engineers and medical practitioners.
- develop understanding of algorithms and math for diagnostic medical image processing.
- learn that creative adaptation of known algorithms to new problems is key for their future career.
- develop the ability to adapt algorithms to different problems.
- are able to explain algorithms and concepts of the lecture to other engineers.

Deutsche Version:

- verstehen die Herausforderungen in der interdisziplinären Arbeit zwischen Ingenieuren und Ärzten.
  - entwickeln Verständnis für Algorithmen und Mathematik der diagnostischen medizinischen Bildverarbeitung.
  - erfahren, dass kreative Adaption von bekannten Algorithmen auf neue Probleme der Schlüssel für ihre berufliche Zukunft ist.
  - entwickeln die Fähigkeit Algorithmen auf verschiedene Probleme anzupassen.
  - sind in der Lage, Algorithmen und Konzepte der Vorlesung anderen Studenten der Technischen Fakultät zu erklären.
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung  
Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

**Diagnostic Medical Image Processing (Prüfungsnummer: 41501)**

(englische Bezeichnung: Diagnostic Medical Image Processing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Andreas Maier

**Diagnostic Medical Image Processing**

(englische Bezeichnung: Diagnostic Medical Image Processing)

Prüfungsleistung,

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Andreas Maier

---

Modulbezeichnung:	Interventional Medical Image Processing (Online-Kurs) (IMIP) (Interventional Medical Image Processing (online course))		5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Andreas Maier		
Lehrende:	Andreas Maier		
Startsemester:	WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit:	k.A. Std.	Eigenstudium: 150 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen:	Medical Image Processing for Interventional Applications (VHB-Kurs) (WS 2019/2020, Vorlesung, 4 SWS, Julian Hoßbach et al.)		

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: Diagnostic Medical Image Processing (VHB-Kurs)

#### Inhalt:

##### English Version:

This lecture focuses on recent developments in image processing driven by medical applications. All algorithms are motivated by practical problems. The mathematical tools required to solve the considered image processing tasks will be introduced.

The lecture starts with an overview on preprocessing algorithms such as scatter correction for x-ray images, edge detection, super-resolution and edge-preserving noise reduction. The second chapter describes automatic image analysis using feature descriptors, key point detection, and segmentation using bottom-up algorithms such as the random walker or top-down approaches such as active shape models. Furthermore, the lecture covers geometric calibration algorithms for single view calibration, epipolar geometry, and factorization. The last part of the lecture covers non-rigid registration based on variational methods and motion-compensated image reconstruction.

##### Deutsche Version:

Die Vorlesung ist auf die jüngsten Entwicklungen in der Verarbeitung von medizinischen Bildern ausgerichtet. Alle Algorithmen werden durch praktische Probleme motiviert. Die mathematischen Werkzeuge, die für die Bildverarbeitungsaufgaben benötigt werden, werden eingeführt.

Die Vorlesung beginnt mit einem Überblick über Vorverarbeitungsalgorithmen, wie zum Beispiel Streustrahlkorrektur für Röntgenbilder, Kantenerkennung, Superresolution und kantenerhaltende Rauschunterdrückung. Das zweite Kapitel beschreibt die automatische Bildanalyse mit Merkmalsdeskriptoren, Punkterkennung und Segmentierung mit Bottom-up-Algorithmen wie dem Random-Walker oder TopDown-Ansätzen wie aktiven Formmodellen. Darüber hinaus deckt die Vorlesung auch geometrische Kalibrierungsalgorithmen zur Einzelansicht-Kalibrierung, Epipolargeometrie und Faktorisierung ab. Der letzte Teil der Vorlesung deckt nicht-starre Registrierung auf der Grundlage von Variationsmethoden und bewegungskompensierter Bildrekonstruktion ab.

#### Lernziele und Kompetenzen: English

##### Version:

The participants

- summarize the contents of the lecture.
- apply pre-processing algorithms such as scatter correction and edge-preserving filtering.
- extract information from images automatically by image analysis methods such as key point detectors and segmentation algorithms.
- calibrate projection geometries for single images and image sequences using the described methods.
- develop non-rigid registration methods using variational calculus and different regularizers.

- adopt algorithms to new domains by appropriate modifications.

Deutsche Version:

Die Teilnehmer

- fassen die Inhalte der Vorlesung zusammen.
- wenden Vorverarbeitungsalgorithmen wie Streustrahlkorrektur und kantenerhaltende Filterung an.
- extrahieren automatisch Informationen aus Bildern, indem sie Bildanalyseverfahren wie Punktdetektoren und Segmentierungsalgorithmen verwenden.
- kalibrieren Projektionsgeometrien für Einzelbilder und Bildsequenzen mit den beschriebenen Methoden.
- entwickeln nicht-starre Registrierungsverfahren mit Hilfe von Variationsrechnung und unterschiedlichen Regularisierungen.
- wenden Algorithmen auf neue Modalitäten durch entsprechende Änderungen im Algorithmus an.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung  
Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Interventional Medical Image Processing (VHB-Kurs) (Prüfungsnummer: 41401)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Andreas Maier

Modulbezeichnung:	Kommunikationsnetze (KONE) (Communication Networks)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	André Kaup	
Lehrende:	André Kaup	
Startsemester:	WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester
		Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Kommunikationsnetze (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, André Kaup)

Übung zu Kommunikationsnetze (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Johannes Bauer)

Empfohlene Voraussetzungen:

Kenntnisse über Grundbegriffe der Stochastik

Inhalt:

Hierarchische Strukturen von Netzfunktionen

OSI-Schichtenmodell, Kommunikation im OSI-Modell, Datenstrukturen, Vermittlungseinrichtungen

Datenübertragung von Punkt zu Punkt

Signalverarbeitung in der physikalischen Schicht, synchrones und asynchrones Multiplex, Verbindungsarten

Zuverlässige Datenübertragung

Fehlervorwärtskorrektur, Single-Parity-Check-Code, Stop-and-Wait-ARQ, Go-back-N-ARQ, SelectiveRepeat-ARQ

Vielfachzugriffsprotokoll

Polling, Token Bus und Token Ring, ALOHA, slotted ALOHA, Carrier-Sensing-Verfahren Routing

Kommunikationsnetze als Graphen, Fluten, vollständiger Baum und Hamilton-Schleife, Dijkstra-

Algorithmus, Bellman-Ford-Algorithmus, statisches Routing mit Alternativen Warteraumtheorie

Modell und Definitionen, Little's Theorem, Exponentialwarteräume, Exponentialwarteräume mit mehreren Bedienstationen, Halbexponentialwarteräume

Systembeispiel Internet-Protokoll

Internet Protokoll (IP), Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP)

Multimedianeetze

Klassifikation von multimedialen Anwendungen, Codierung von Multimediadaten, Audio- und VideoStreaming, Protokolle für interaktive Echtzeit-Anwendungen (RTP, RTCP), Dienstklassen und Dienstgütegarantien

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- verstehen den hierarchischen Aufbau von digitalen Kommunikationsnetzen
- unterscheiden grundlegende Algorithmen für zuverlässige Datenübertragung mit Rückkanal und beurteilen deren Leistungsfähigkeit
- analysieren Protokolle für Vielfachzugriff in digitalen Kommunikationsnetzen und berechnen deren Durchsatz
- unterscheiden Routingverfahren und berechnen optimale Vermittlungswege für beispielhafte Kommunikationsnetze
- abstrahieren und strukturieren Warteräume in Kommunikationsnetzen und berechnen maßgebliche Kenngrößen wie Aufenthaltsdauer und Belegung
- verstehen grundlegende Mechanismen für die verlustlose und verlustbehaftete Codierung von Mediendaten
- kennen die maßgeblichen Standards des Internets für Sicherung, Vermittlung und Transport von digitalen Daten Literatur:

M. Bossert, M. Breitbach, „Digitale Netze“, Stuttgart: Teubner-Verlag, 1999

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung und Übung Kommunikationsnetze (Prüfungsnummer: 22901)

(englische Bezeichnung: Lecture/Tutorial: Communication Networks)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020  
1. Prüfer: André Kaup

---

Organisatorisches:  
keine Voraussetzungen

Modulbezeichnung:	Magnetic Resonance Imaging 1 (MRI1) (Magnetic Resonance Imaging 1)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Frederik Laun, Andreas Maier, Armin Nagel	
Lehrende:	Frederik Laun, Andreas Maier, Armin Nagel	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch
Lehrveranstaltungen:		
Magnetic Resonance Imaging 1 (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Frederik Laun et al.)		
Magnetic Resonance Imaging 1 - Übung (WS 2019/2020, Übung, Frederik Laun et al.)		

**Inhalt:**

In der Vorlesung werden ausführlich die physikalischen und technischen Grundlagen der MRT behandelt. Es werden der technische Aufbau eines MRTs und die physikalischen Grundlagen behandelt. Das Prinzip der Datenaufnahme wird anhand verschiedener Beispiele erläutert. Fehlkodierungen bei der Datenaufnahme führen zu Bildartefakten, die sich nicht in allen Fällen vermeiden lassen. Strategien zur Erkennung und Vermeidung von Bildartefakten werden erläutert. Eine große Stärke der MRT in der medizinischen Diagnostik ist die Möglichkeit Bilder mit verschiedenen Kontrasten und funktionelle Gewebeparameter aufzunehmen. Die Entstehung der häufig verwendeten T1 und T2 gewichteten Bildkontraste wird ausführlich diskutiert. Des Weiteren werden verschiedene MRT-Sequenztechniken besprochen.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Physics (Master of Science)", "Physik (Bachelor of Science)", "Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Bachelor of Science)", "Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Magnetic Resonance Imaging 1 (Prüfungsnummer: 122337)

(englische Bezeichnung: Magnetic Resonance Imaging 1)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Andreas Maier

1. Prüfer: Frederik Laun

Modulbezeichnung:	Photonik 1 (Pho1) (Photonics 1)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Bernhard Schmauß	
Lehrende:	Bernhard Schmauß	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

Lehrveranstaltungen:

Photonik 1 (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Bernhard Schmauß)

Photonik 1 Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Max Köppel)

---

Empfohlene Voraussetzungen:

Empfohlen werden Kenntnisse im Bereich:

- Experimentalphysik, Optik
  - Elektromagnetische Felder
  - Grundlagen der Elektrotechnik
- 

Inhalt:

Die Vorlesung behandelt umfassend die technischen und physikalischen Grundlagen des Lasers. Der Laser als optische Strahlquelle stellt eines der wichtigsten Systeme im Bereich der optischen Technologien dar. Ausgehend vom Helium-Neon-Laser als Beispielsystem werden die einzelnen Elemente wie aktives Medium und Resonatoren eines Lasers sowie die ablaufenden physikalischen Vorgänge eingehend behandelt. Es folgt die Beschreibung von Laserstrahlen und ihrer Ausbreitung als Gauß-Strahlen sowie Methoden zur Beurteilung der Strahlqualität. Eine Übersicht über verschiedene Lasertypen wie Gaslaser, Festkörperlaser und Halbleiterlaser bietet einen Einblick in deren charakteristische Eigenschaften und Anwendungen. Vervollständigt wird die Vorlesung durch die grundlegende Beschreibung von Lichtwellenleitern, Faserverstärkern und halbleiterbasierten optoelektronischen Bauelementen wie Leuchtdioden und Photodioden.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- können Grundlagen der Physik des Lasers darlegen.
- verstehen Eigenschaften und Beschreibungsmethoden von laseraktiven Medien, der stimulierte Strahlungsübergänge, der Rategleichungen, von optischen Resonatoren und von Gauß-Strahlen.
- können verschiedene Lasertypen aus dem Bereichen Gaslaser, Festkörperlaser und Halbleiterlaser erklären und vergleichen.
- können grundlegende Eigenschaften von Lichtwellenleiter und Lichtwellenleiterbauelementen erklären und skizzieren.
- verstehen Aufbau und Funktionsweise ausgewählter optoelektronischer Bauelemente.
- können grundlegende Fragestellung der Lasertechnik eigenständig bearbeiten, um Laserstrahlquellen weiterzuentwickeln und Lasertechnik und Photonik in einer Vielzahl von Anwendungen in Bereichen wie Medizintechnik, Messtechnik, Übertragungstechnik, Materialbearbeitung oder Umwelttechnik einzusetzen.

Literatur:

Eichler, J., Eichler, H.J.: Laser. 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2010.

Reider, G.A.: Photonik. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.

Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 2004.

Saleh, B., Teich, M.C.: Grundlagen der Photonik. 2. Auflage, Wiley-VCH 2008.

Träger, F. (Editor): Springer Handbook of Lasers and Optics, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)",

"Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)"  
verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Photonik 1 (Prüfungsnummer: 23901)

(englische Bezeichnung: Photonics 1)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021 1.

Prüfer: Bernhard Schmauß

---

Modulbezeichnung:	Visual Computing in Medicine (VCMed) (Visual Computing in Medicine)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Peter Hastreiter, Thomas Wittenberg	
Lehrende:	Peter Hastreiter, Thomas Wittenberg	

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:
Visual Computing in Medicine 1 (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Peter Hastreiter et al.)
Visual Computing in Medicine 2 (SS 2020, Vorlesung, Thomas Wittenberg et al.)

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Algorithmik kontinuierlicher Systeme Computergraphik-VU

**Inhalt:**

Die Flut und Komplexität medizinischer Bilddaten sowie die klinischen Anforderungen an Genauigkeit und Effizienz erfordern leistungsfähige wie auch robuste Konzepte der medizinischen Datenverarbeitung. Auf Grund der Vielfalt an Bildinformation und ihrer klinischen Relevanz spielt der Übergang von der Messung medizinischer Bilddaten (u.a. MRT, CT, PET) hin zur Analyse der Bildinhalte eine wichtige Rolle. Durch die visuelle Wiedergabe der abstrakten Daten können sowohl technische als auch medizinische Aspekte anschaulich und intuitiv verstanden werden. Aufbauend auf einem Regelkreis zur Verarbeitung medizinischer Bilddaten werden im ersten Teil (Visual Computing in Medicine I) die Eigenschaften medizinischer Bilddaten sowie grundlegende Methoden und Verfahren der medizinischen Bildanalyse und Visualisierung im Zusammenhang vermittelt. Beispiele aus der Praxis erläutern den Bezug zur medizinischen Anwendung. Darauf aufbauend werden im zweiten Teil (Visual Computing in Medicine II) konkrete Lösungsansätze für die Diagnose und Therapieplanung komplexer Krankheitsbilder erläutert. Es wird gezeigt, wie grundlegende Methoden ausgewählt und zu praktisch anwendbaren Gesamtkonzepten zusammengefasst werden. An Beispielen wird der Bezug zu Strategien und Anforderungen in der industriellen Entwicklung und klinischen Anwendung hergestellt. Ergänzend werden komplexe Methoden der medizinischen Bildanalyse und Visualisierung ausführlich besprochen.

The flood and complexity of medical image data as well as the clinical need for accuracy and efficiency require powerful and robust concepts of medical data processing. Due to the diversity of image information and their clinical relevance the transition from imaging to medical analysis and interpretation plays an important role. The visual representation of abstract data allows understanding both technical and medical aspects in a comprehensive and intuitive way. Based on a processing pipeline for medical image data an overview of the characteristics of medical image data as well as fundamental methods and procedures for medical image analysis and visualization is given. Examples of clinical practice show the relation to the medical application. Based on VCMed1 the lecture VCMed2 discusses practical approaches for the diagnosis and therapy planning of complex diseases. It will be shown how fundamental methods are selected and integrated to practically applicable concepts. Examples demonstrate the relation to strategies and requirements in clinical practice and the industrial development process.

Additionally, complex methods of medical image analysis and visualization will be explained.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Visual Computing in Medicine I

Die Studierenden

- erhalten einen Überblick zu Grundlagen und Unterschieden medizinischer Bildgebungsverfahren

- erwerben fundierte Kenntnisse über Gitterstrukturen, Datentypen und Formate medizinischer Bilddaten
- üben an Beispielen die Erkennung und Interpretation unterschiedlicher Bilddaten
- erwerben Kenntnisse zu Verfahren der Vorverarbeitung, Filterung und Interpolation medizinischer Bilddaten sowie zu grundlegenden Ansätzen der Segmentierung
- erlernen Prinzipien und Methoden der expliziten und impliziten Bildregistrierung und erhalten einen Überblick zu wichtigen Verfahren der starren Registrierung
- erwerben fundierte Kenntnisse zu allen Aspekten der medizinischen Visualisierung (2D, 3D, 4D) von Skalar-, Vektor-, Tensordaten
- erhalten an einfachen Beispielen einen ersten Eindruck, wie sich Visualisierung zur Steuerung von Bildanalyseverfahren und für die medizinische Diagnostik einsetzen lässt

students

- get an overview of the basic principles and differences of medical imaging methods,
- acquire profound knowledge about grid structures, data types and formats of medical image data,
- use sample data to recognize and interpret different image data,
- acquire knowledge about methods of preprocessing, filtering and interpolation of medical image data as well as on basic approaches of segmentation,
- learn the principles and methods of explicit and implicit image registration and get an overview of important procedures of rigid registration,
- acquire profound knowledge about all aspects of medical visualization (2D, 3D, 4D) of scalar, vector, tensor data,
- get a first impression of how visualization can be used to control image analysis and medical diagnostics.

Visual Computing in Medicine II

Die Studierenden

- erwerben aus Sicht der medizinischen Anwendung und konkreter Lösungsstrategien einen Einblick in komplexe Ansätze zur Bearbeitung wichtiger Krankheitsbilder
- lernen die Anforderungen an und die Verknüpfung von Methoden der medizinischen Bildanalyse und Visualisierung zur Bearbeitung kardiologischer, neurologischer, onkologischer und strahlentherapeutischer Fragestellungen
- erhalten einen Überblick zu komplexen Krankheitsbildern als Grundlage für effektive und effiziente Lösungen
- erwerben erweiterte Kenntnisse zur multimodalen Bildregistrierung mit nichtstarken Transformationen
- erhalten vertieftes Wissen zu komplexen und aktuellen Themen der medizinischen Visualisierung (u.a. Integrationsverfahren, Transferfunktionen, Beschleunigungstechniken mit Grafikhardware)

The students

- gain an insight into complex approaches to the treatment of important disease patterns from the point of view of medical application and specific solution strategies
- learn the requirements and the linking of methods of medical image analysis and visualization for the processing of cardiological, neurological, oncological and radiotherapeutic questions
- get an overview of complex disease pictures as a basis for effective and efficient solutions
- acquire advanced knowledge to process multimodal image data using advanced methods
- receive in-depth knowledge on complex and up-to-date topics of medical visualization (including integration procedures, transfer functions, acceleration techniques with graphics hardware)

Literatur:

- B. Preim, C. Botha: Visual Computing for Medicine, Morgan Kaufmann Verlag, 2013
- B. Preim, D. Bartz: Visualization in Medicine - Theory, Algorithms, and Applications, Morgan Kaufmann Verlag, 2007
- H. Handels: Medizinische Bildverarbeitung, Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie, Vieweg und Teubner Verlag, 2009

- P.M. Schlag, S. Eulenstein, Th. Lange: Computerassistierte Chirurgie, Elsevier Verlag, 2010
  - E. Neri, D. Caramella, C. Bartolozzi: Image Processing in Radiology, Springer Verlag, 2008
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung  
Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Visual Computing in Medicine (Prüfungsnummer: 44811)

(englische Bezeichnung: Visual Computing in Medicine)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Thomas Wittenberg

---

---

Modulbezeichnung:	Wearable and Implantable Computing (WIC) (Wearable and Implantable Computing)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Oliver Amft	
Lehrende:	Oliver Amft, und Mitarbeiter/innen	

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

#### Lehrveranstaltungen:

WPF MT-MA-BDV ab 1 WPF MT-MA-MEL ab 1 WPF MT-MA-GPP ab 1 WPF MT-BA ab 5

Wearable and Implantable Computing (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Anwesenheitspflicht, Oliver Amft et al.)

---

#### Empfohlene Voraussetzungen:

- Ability to apply sensors, analyse signals, basic signal processing methods.
  - Ability to write scripts in Matlab, Python, or similar.
- 

#### Inhalt:

The course provides an overview on the system design of wearable computing systems and implantable systems. Electronic design topics will be addressed, including bioelectronics, flexible electronics, electronics textile integration, multiprocess additive manufacturing. On the system functional level, frequent sensor and actuators and their designs for on-body and implantable systems are discussed. Powering and energy management concepts will be detailed, including processing and task scheduling, sparse sampling and sparse sample signal processing. Energy harvesting methods for wearable and implantable systems are analysed. Principles of biocompatibility and system validation for remote health monitoring are covered. Concrete design problems related to context awareness, energy-efficient context recognition, and mechanical design in medical applications are demonstrated, prototypes realised and discussed in mini-projects.

Submitting reports for all exercises is compulsory to be accepted for the oral exam.

#### Lernziele und Kompetenzen:

##### *Fachkompetenz Verstehen*

- Gain overview on context awareness, sensors and actuators for context management in digital health.
- Understand design concepts and apply/analyse wearable and implantable system design methods for accessories, smart textiles, skin-attachables using soft substrates, and encapsulation. *Analysieren*
- Analyse the electrical and physical principles, select and optimise on-body energy harvesting and power management techniques.

##### *Evaluieren (Beurteilen)*

- Apply system evaluation methods, assess and design for biocompatibility.

##### *Erschaffen*

- Create continuous context recognition and energy-efficient processing using sparse sampling, related signal and pattern processing methods.
- Create digital models of wearable systems.

#### Literatur:

Literature references will be provided during the lecture.

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung  
Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Wearable and Implantable Computing (Prüfungsnummer: 403776)

(englische Bezeichnung: Wearable and Implantable Computing)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere

Erläuterungen:

Abgabe von Berichten zu allen Übungsaufgaben ist Voraussetzung für die Zulassung zur mündlichen Prüfung.

Submitting reports for all exercises is compulsory to be accepted for the oral exam.

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: WS 2019/2020

1. Prüfer: Oliver Amft

---

Modulbezeichnung:	Computerunterstützte Messdatenerfassung (CM) (Computer Aided Data Acquisition)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Stefan J. Rupitsch	
Lehrende:	Stefan J. Rupitsch, Michael Ponschab	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

#### Lehrveranstaltungen:

Computerunterstützte Messdatenerfassung (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Stefan J. Rupitsch)  
 Übungen zu Computerunterstützte Messdatenerfassung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Michael Fink et al.)

#### Inhalt:

Buch: "Elektrische Messtechnik", 7. Aufl. 2016, Springer Verlag, Kap. 11, 13, 15 bis 20

- Analoge Messschaltungen
- Digitale Messschaltungen
- AD-/DA-Wandler
- Messsignalverarbeitung und Rauschen • Korrelationsmesstechnik
- Rechnergestützte Messdatenerfassung
- Bussysteme
- Grundlagen zu Speicherprogrammierbaren Steuerungen

#### Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden

- kennen die grundlegenden Konzepte und Schaltungen bei der Messung elektrischer Größen
- wählen geeignete Verfahren zur Analyse elektrischer Netzwerke und wenden diese an
- verstehen prinzipielle Methoden der Elektrischen Messtechnik, wie die Korrelationsmesstechnik
- interpretieren Messergebnisse anhand von Methoden der Fehlerrechnung
- kennen Ursachen von Rauschen in elektrischen Netzwerken
- analysieren das Rauschverhalten in elektrischen Netzwerken
- führen Dimensionierungen von Mess- und Auswerteschaltungen durch
- kennen wichtige Hard- und Software-Komponenten zur rechnergestützten Messdatenerfassung
- verstehen Grundprinzipien und Grundschaltungen von AD-/DA-Wandlern
- vergleichen analoge und digitale Verfahren zur Auswertung und Konditionierung von Messsignalen
- kennen und bedienen Messdatenerfassungssysteme für die Laborautomation und die Prozesstechnik

#### Literatur:

Lerch, R.; Elektrische Messtechnik; 7. Aufl. 2016, Springer Verlag

Lerch, R.; Elektrische Messtechnik - Übungsbuch; 2. Aufl. 2005, Springer Verlag

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of

Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Computerunterstützte Messdatenerfassung\_ (Prüfungsnummer: 23401)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil

an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020, 2. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Stefan J. Rupitsch

---

---

Modulbezeichnung:	Convex Optimization in Communications and Signal Processing (ConvOpt) (Convex Optimization in Communications and Signal Processing)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Wolfgang Gerstaecker	
Lehrende:	Wolfgang Gerstaecker	

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

#### Lehrveranstaltungen:

Convex Optimization in Communications and Signal Processing (WS 2019/2020, Vorlesung, 3 SWS, Wolfgang Gerstaecker)  
 Tutorial for Convex Optimization in Communications and Signal Processing (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Viktoria Schram)

---

#### Empfohlene Voraussetzungen:

Signals and Systems, Communications

---

#### Inhalt:

Convex optimization problems are a special class of mathematical problems which arise in a variety of practical applications. In this course we focus on the theory of convex optimization, corresponding algorithms, and applications in communications and signal processing (e.g. statistical estimation, allocation of resources in communications networks, and filter design). Special attention is paid to recognizing and formulating convex optimization problems and their efficient solution. The course is based on the textbook "Convex Optimization" by Boyd and Vandenberghe and includes a tutorial in which many examples and exercises are discussed.

#### Lernziele und Kompetenzen: Students

- characterize convex sets and functions,
- recognize, describe and classify convex optimization problems,
- determine the solution of convex optimization problems via the dual function and the KKT conditions,
- apply numerical algorithms in order to solve convex optimization problems,
- apply methods of convex optimization to different problems in communications and signal processing

#### Literatur:

Boyd, Steven ; Vandenberghe, Lieven: Convex Optimization. Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2004

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Convex Optimization in Communications and Signal Processing (Prüfungsnummer: 68501)

(englische Bezeichnung: Convex Optimization in Communications and Signal Processing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Wolfgang Gerstacker

---

Modulbezeichnung:	Einführung in die IT-Sicherheit (EinfITSec) (Introduction to IT Security)		5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Felix Freiling		
Lehrende:	Felix Freiling		
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)	
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch	
Lehrveranstaltungen:			
Angewandte IT-Sicherheit (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Felix Freiling et al.)			
Einführung in die IT-Sicherheit - Übung (WS 2019/2020, Übung, 2 SWS, Felix Freiling et al.)			

#### Inhalt:

Die Vorlesung gibt einen einführenden Überblick über Konzepte und Methoden der IT-Sicherheit und eignet sich als Einstieg in das Vertiefungsgebiet "IT-Sicherheit" an der FAU. Themen (unter anderem): IT-Sicherheit vs. physische Sicherheit, Identifizierung und Authentifizierung, grundlegende Muster von Unsicherheit in technischen Systemen, grundlegende Abwehrmechanismen, ausgewählte Beispiele aus dem Bereich Systemsicherheit, Netzwerksicherheit und Softwaresicherheit. In der Übung werden die Themen der Veranstaltung beispielhaft eingeübt. Themen (unter anderem): "lock picking", "social engineering", ausnutzen von Softwareschwachstellen.

#### Lernziele und Kompetenzen:

Teilnehmer erwerben einen Überblick über Konzepte und Methoden aus dem Bereich der IT-Sicherheit und können diese im Kontext der Informatik und der Lebenswirklichkeit anhand von Beispielen einordnen und erläutern. Die Studierenden können die wichtigsten Arten von Softwareschwachstellen in Programmen erkennen und benennen. Sie können außerdem erläutern, wie man diese Schwachstellen ausnutzt und welche technischen und organisatorischen Maßnahmen geeignet sind, diese Schwachstellen zu vermeiden. Die Studierenden lernen, die Wirksamkeit von IT-Sicherheitsmechanismen im gesellschaftlichen Kontext und in Kenntnis professioneller Strukturen der Cyberkriminalität aus technischen, ethischen und rechtlichen Perspektiven zu bewerten.

#### Literatur:

Dieter Gollmann: Computer Security. 3. Auflage, Wiley, 2010. Joachim Biskup: Security in Computing Systems. Springer, 2008. Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Einführung in die IT-Sicherheit (AppITSec-Ü) (Prüfungsnummer: 46311)

(englische Bezeichnung: Applied IT security (AppITSec))

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Felix Freiling

Modulbezeichnung: Informationssysteme in der Intensivmedizin (MedInfIntens) 5 ECTS  
(Information Systems in Intensive Care)

Modulverantwortliche/r: Stefan Kraus

Lehrende: Ixchel Castellanos, Wolfgang Rödle, Dennis Toddenroth, Stefan Kraus

Startsemester: WS 2019/2020 Dauer: 1 Semester Turnus: halbjährlich (WS+SS)

Präsenzzeit: 60 Std. Eigenstudium: 90 Std. Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Informationssysteme in der Intensivmedizin (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Anwesenheitspflicht, Stefan Kraus et al.)

Inhalt:

Der gegenüber einer Normalstation deutlich erhöhte ärztliche und pflegerische Aufwand auf einer Intensivstation zieht entsprechend erhöhte Anforderungen an die klinische Dokumentation nach sich. So muss beispielsweise eine Vielzahl von Geräten an die elektronische Patientenakte angebunden werden, die auf Normalstationen gar nicht eingesetzt werden (z.B. Patientenmonitore, Beatmungsmaschinen und Dialysegeräte). Daher gibt es für Intensivstationen einen speziellen Typ von Dokumentationssystemen, das sogenannte PDMS (Patientendatenmanagementsystem). In Rahmen dieser Vorlesung erhalten die Studenten eine detaillierte Einführung in die Nutzung eines PDMS und in eine Vielzahl von technischen und nichttechnischen Aspekten, die damit zusammenhängen.

- Der Prozess der medizinischen Dokumentation wird erläutert und anhand des Routinesystems am UK Erlangen demonstriert.
- Die Teilnehmer erhalten im Rahmen einer Vor-Ort-Besichtigung eine Einführung in intensivmedizinische Krankheitsbilder und die Arbeitsabläufe auf der größten Intensivstation am UK Erlangen.
- Der Projektleiter PDMS am UK Erlangen erläutert die Installation und den Betrieb des kommerziellen PDMS, das seit vielen Jahren in der klinischen Routine genutzt wird. Dies beinhaltet die Netzwerkarchitektur, die Gerätedatenübernahme und ausgewählte Aspekte der Konfiguration.
- Darüber hinaus wird in verschiedene Themengebiete eingeführt, die mit der klinischen Dokumentation in elektronischen Patientenakten zusammenhängen. Dazu gehören Aspekte des Datenschutzes, die Optimierung der Gebrauchstauglichkeit und der Einsatz wissensbasierter Funktion in der Form standardisierter Wissensmodule.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studenten

*Fachkompetenz Wissen*

- nennen grundlegende Arbeitsabläufe auf einer Intensivstation und die Besonderheiten der intensivmedizinischen Dokumentation.
- kennen ausgewählte Aspekte des Datenschutzes.
- kennen die Grundlagen der medizinischen Wissensverarbeitung.
- kennen die grundlegenden Anforderungen der Gebrauchstauglichkeit

*Verstehen*

- erklären die Architektur eines PDMS und die Eigenheiten seiner Schnittstellen.
- erklären den Datenstrom von Medizingeräten in elektronische Patientenakten sowie die zugehörigen Abbildungsprozesse anhand ausgewählter Beispiele.
- erklären wichtige Aspekte der Gebrauchstauglichkeit klinischer Systeme.

- diskutieren die Vor- und Nachteile des wichtigsten Standards zur medizinischen Wissensrepräsentation.

*Anwenden*

- benutzen ein PDMS für grundlegende Dokumentationsschritte.
- benutzen eine Datenzugriffsschnittstelle für die Weiterverarbeitung dokumentierter Daten.
- benutzen die HL7-Inboundschnittstelle eines PDMS.

*Erschaffen*

- erstellen einfache Module zur automatisierten Verarbeitung von medizinischem Wissen.
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Mündliche Prüfung zu Informationssysteme in der Intensivmedizin (Prüfungsnummer: 29401)

(englische Bezeichnung: Oral Examination on Intensive Care Information Systems)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Dennis Toddenroth

---

Organisatorisches:

Die Veranstaltung findet als einwöchiger Blockkurs in der zweiten Hälfte des Semesters statt. Die genaue Zeitplanung wird in der Vorbesprechung zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.

Die Teilnehmerzahl ist beschränkt. Einschreibungen werden nach Reihenfolge der Anmeldung per Mail an martin.ross@fau.de akzeptiert (bitte Matrikelnummer, Studienfach, Abschluss [Bachelor/Master] nennen).

Bemerkungen: Master

Modulbezeichnung:	Integrated Production Systems (Lean Management) (IPS) (Integrated Production Systems (Lean Management))	5 ECTS
-------------------	--	--------

Modulverantwortliche/r:	Jörg Franke
-------------------------	-------------

Lehrende:	Jörg Franke
-----------	-------------

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
-----------------------------	-------------------	------------------------------

Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch
----------------------	-----------------------	-------------------

Lehrveranstaltungen:

Lecture, Course at the Virtual University of Bavaria (vhb). For participation a registration at the vhb is necessary!

Integrated Production Systems (vhb) (WS 2019/2020, Vorlesung, 4 SWS, Jörg Franke)

---

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

BWL für Ingenieure

Produktionstechnik I + II

---

Inhalt:

- Concepts and Success Factors of Holistic Production Systems
- Production organization in the course of time
- The Lean Production Principle (Toyota Production System)
- The 7 Types of Waste (Muda) in Lean Production
- Visual management as a control and management instrument
- Demand smoothing as the basis for stable processes
- Process synchronization as the basis for capacity utilization
- Kanban for autonomous material control according to the pull principle
- Empowerment and group work
- Lean Automation - "Autonomation"
- Fail-safe operation through Poka Yoke
- Total Productive Maintenance
- Value stream analysis and value stream design
- Workplace optimization (lean manufacturing cells, U-Shape, Cardboard Engineering)
- OEE analyses to increase the degree of utilization
- Quick Setup (SMED)
- Implementation and management of the continuous improvement process (CIP, Kaizen)
- Overview of quality management systems (e.g. Six Sigma, TQM, EFQM, ISO9000/TS16949) and analysis tools for process analysis and improvement (DMAIC, Taguchi, Ishikawa) • administrative waste
- Specific design of the TPS (e.g. for flexible small-batch production) and adapted implementation of selected international corporations

Lernziele und Kompetenzen:

After successfully attending the course, students should be able to

- Understand the importance of holistic production systems;
  - Understand and evaluate Lean Principles in their context;
  - to evaluate, select and optimise the necessary methods and tools;
  - To be able to carry out simple projects for the optimisation of production and logistics on the basis of what has been learned in a team.
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen:

Integrated Production Systems (Prüfungsnummer: 71231)

(englische Bezeichnung: Integrated Production Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstabelleung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Jörg Franke

---

Organisatorisches:

Only the following aids are allowed during the test:

- non-programmable calculator
- indelible pens
- highlighter
- ruler, triangle ruler, compass
- name stamp

No other aids are permitted (this applies in particular to smartwatches, mobile telephones or other electronic devices).

Modulbezeichnung:	Lasers in Healthcare Engineering (LASHE) (Lasers in Healthcare Engineering)	2.5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Florian Klämpfl	
Lehrende:	Florian Klämpfl	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen: Lasers in Healthcare Engineering (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Florian Klämpfl et al.)		

**Empfohlene Voraussetzungen:**

The course targets senior Bachelor and Master students who are interested in gaining knowledge about medical applications of lasers. The course combines lecture material (approximately 60%) and practical training (approximately 40%). The course is suitable for students with diverse educational background and no prior knowledge of laser and laser technology is required although general understanding of physics is presumed.

**Inhalt:**

- Physical phenomena applicable in Laser Technology: EM waves, Beam Propagation;
- Laser tissue interaction processes and Monte-Carlo simulation method;
- Introduction to Optical Coherence Technology;
- Lasers for medical applications;
- Lasers for production of medical tools;
- Optical diagnostic and treatment methods in medicine: laser surgery, Raman spectroscopy, optical phantom preparation and characterization;

**Lernziele und Kompetenzen:**

Students...

- Would know the fundamentals of laser tissue-interaction process.
- Will understand principles of tissue / phantom optical properties characterization.
- Will be able to perform characterization of basic optical properties of tissues.
- Will gain basic understanding and practical experience with Optical Coherence Tomography (OCT).
  - Will be familiar with potential applications of laser in medicine and healthcare
- Will become familiar with international (English) professional terminology.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV))

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Lasertechnik für die Medizintechnik (Prüfungsnummer: 74601)

(englische Bezeichnung: Medical Laser Technology)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60 Anteil  
an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Michael Schmidt, 2. Prüfer: Florian Klämpfl

**Bemerkungen:**

 Lasertechnik für Master Medizintechnik
 

---

<b>Modulbezeichnung:</b>	Molecular Communications (MolCom) (Molecular Communications)	5 ECTS
--------------------------	---	--------

<b>Modulverantwortliche/r:</b>	Robert Schober
--------------------------------	----------------

<b>Lehrende:</b>	Robert Schober
------------------	----------------

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Molecular Communications (WS 2019/2020, Vorlesung, 4 SWS, Robert Schober)  
 Tutorial for Molecular Communications (WS 2019/2020, Übung, Sebastian Lotter)

---

**Inhalt:**

Conventional communication systems employ electromagnetic waves for information transmission. This approach is suitable for typical macroscopic applications such as mobile communication. However, newly emerging applications in biology, nanotechnology, and medicine require communication between so-called nano-machines (e.g. nano-robots and nano-sensors) with sizes on the order of nano and micro-meter. For such device sizes electromagnetic waves cannot be used for efficient information transmission. Instead Molecular Communication, an approach that is also widely used in natural biological systems, has to be applied. In Molecular Communication, transmitter and receiver communicate by exchanging information-carrying molecules. The design of molecular communication systems requires a basic understanding of relevant biological processes and systems as well as their communication theoretical modelling and analysis. The course is structured as follows: 1) Introduction to Molecular Communication; 2) Biological Nano-Machines; 3) Molecular Communication in Biological Systems; 4) Synthetic Molecular Communication Systems; 5) Mathematical Modelling and Simulation; 6) Communication and Information Theory for Molecular Communication; 7) Design of Molecular Communication Systems; 8) Applications for Molecular Communication Systems.

**Lernziele und Kompetenzen:**

The students learn how to design synthetic molecular communication systems. They develop an understanding of natural communication processes in biological systems and how to harness these natural processes for the construction of man-made molecular communication systems. The students also learn how to analyse, model, and simulate molecular communication systems.

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern " Communications Engineering (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Molecular Communications (Prüfungsnummer: 454183)

(englische Bezeichnung: Molecular Communications)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Robert Schober

---

Modulbezeichnung:	eBusiness Technologies und Evolutionäre Informationssysteme (EBTEIS) (eBusiness Technologies and Evolutionary Information Systems)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Richard Lenz	
Lehrende:	Florian Irmert, Christoph P. Neumann, Richard Lenz	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Ausschlussbedingung: Dieses Modul darf nur abgelegt werden, wenn keine der im Modul enthaltenen Lehrveranstaltungen auch noch in einem anderen Modul enthalten ist, das bereits abgelegt wurde.

eBusiness Technologies (WS 2019/2020, Vorlesung, Christoph P. Neumann et al.)  
Evolutionäre Informationssysteme (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Richard Lenz)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Programmieren in Java, Datenbanken (SQL)

Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: Konzeptionelle Modellierung

---

**Inhalt:**

siehe Lehrveranstaltungsbeschreibungen

**Lernziele und Kompetenzen:**

EBT:

Die Studierenden

- identifizieren die wichtigsten Themen des Bereichs eBusiness, von den Anwendungen bis zu den Implementierungen
- verstehen Zusammenhänge der B2B-Integration und der Realisierung von eBusiness-Anwendungen
- wiederholen Grundlagen des Webs
- vergleichen technische Eigenschaften von HTTP-, Web- und Application Servern
- vergleichen Markup Languages (HTML, XML)
- unterscheiden Ansätze zur Schema-Modellierung wie DTD und XML Schema und erkennen die unterschiedliche Leistungsfähigkeit
- verstehen Methoden zur evolutionsfähigen Gestaltung von Datenstrukturen in XML
- unterscheiden Vorgehen bei der Datenhaltung und verschiedene Ansätze für den Datenbankzugriff
- verstehen Objekt-relationale Mapping Frameworks am Beispiel von Hibernate und JPA
- verstehen Komponentenmodelle wie Enterprise JavaBeans (EJB) aus dem JEE Framework
- unterscheiden das EJB Komponentenmodell von den OSGi Bundles und den Spring Beans
- verstehen und unterscheiden grundlegende Web Service Techniken wie SOAP und WSDL
- unterscheiden Herangehensweisen zur dynamischen Generierung von Webseiten
- verstehen grundlegende Eigenschaften eines Java-basierten Front-End-Frameworks am Beispiel von JSF
- verstehen grundlegende Eigenschaften von Service-orientierten Architekturen (SOA)
- verstehen agile Vorgehensmodelle zur Software-Entwicklung am Beispiel von Scrum
- unterscheiden agile Verfahren wie Scrum von iterativ-inkrementellen Verfahren wie RUP
- verstehen die Wichtigkeit von Code-Beispielen um die praktische Anwendbarkeit des theoretischen Wissens zu veranschaulichen.

- können die Code-Beispiele eigenständig zur Ausführung bringen und die praktischen Erfahrungen interpretieren und bewerten
- gestalten eigene Lernprozesse selbständig.
- schätzen ihre eigenen Stärken und Schwächen im Hinblick auf die unterschiedlichen Architekturschichten ein (Benutzerinteraktion, Applikationslogik, Schnittstellenintegration, Datenbanksysteme)
- identifizieren eine eigene Vorstellung als zukünftige Software-Architekten und können die eigene Entwicklung planen
- reflektieren durch regelmäßige fachbezogene Fragen des Dozenten Ihre eigene Lösungskompetenz.

EIS:  
Die Studierenden:

- definieren die Begriffe "Informationssysteme", "evolutionäre Informationssysteme" und "organisatorisches Lernen"
  - grenzen die Begriffe "Wissen" und "Information" gegeneinander ab
  - charakterisieren die in der Vorlesung erläuterten Formen der organisatorischen Veränderung
  - erklären das SEKI Modell nach Nonaka und Takeuchi
  - nennen Beispiele für die in der Vorlesung behandelten Formen der Wissensrepräsentation in IT-Systemen
  - nennen typische Erfolgs- und Risikofaktoren für große IT-Projekte
  - erklären die Kraftfeldtheorie nach Kurt Lewin
  - unterscheiden Typen von Software gemäß der Klassifikation nach Lehman und Belady
  - unterscheiden die in der Vorlesung vorgestellten Arten der Software-Wartung
  - benennen die Gesetzmäßigkeiten der Software-Evolution nach Lehman und Belady
  - bewerten die in der Vorlesung vorgestellten Vorgehensmodelle zur Softwareerstellung im Kontext der E-Typ-Software
  - nennen die in der Vorlesung vorgestellten Aspekte der Evolutionsfähigkeit von Software
  - erklären, wie die in der Vorlesung vorgestellten Methoden zur Trennung von Belangen beitragen
  - erklären das Konzept des "Verzögerten Entwurfs"
  - erklären die Vor- und Nachteile generischer Datenbankschemata am Beispiel von EAV und EAV/CR
  - charakterisieren die in der Vorlesung vorgestellten Architekturkonzepte
  - grenzen die in der Vorlesung vorgestellten Integrationsanforderungen gegeneinander ab
  - erklären wie Standards zur Systemintegration beitragen und wo die Grenzen der Standardisierung liegen
  - erklären das Prinzip eines Kommunikationsservers und der nachrichtenbasierten Integration
  - erklären den Begriff "Prozessintegration"
  - definieren den Begriff "Enterprise Application Integration" (EAI)
  - unterscheiden die in der Vorlesung vorgestellten Integrationsansätze
  - erklären die in der Vorlesung vorgestellten Dimensionen der Datenqualität
  - unterscheiden die grundlegenden Messmethoden für Datenqualität
  - erklären das Maßnahmenportfolio zur Verbesserung der Datenqualität nach Redman
  - benennen die in der Vorlesung vorgestellten Methoden zur Verbesserung der Datenqualität
- Literatur: siehe Lehrveranstaltungsbeschreibungen
- 

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

Studien-/Prüfungsleistungen: eBusiness Technologies und Evolutionäre Informationssysteme  
(Prüfungsnummer: 710850)

(englische Bezeichnung: eBusiness Technologies and Evolutionary Information Systems)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer) 1.

Prüfer: Richard Lenz

---

Modulbezeichnung:	Image Processing in Optical Nanoscopy (IPNano) (Image Processing in Optical Nanoscopy)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Harald Köstler	
Lehrende:	Gerald Donnert, Harald Köstler	
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Englisch
Lehrveranstaltungen: Image Processing in Optical Nanoscopy (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, Harald Köstler)		

#### Inhalt:

The module includes two interlinked topics. First, an introduction to the techniques of optical imaging (e.g. for biological specimen) with a special focus on recently evolving super-resolution techniques beyond the diffraction barrier. Second, the students will be given an overview of existing numerical techniques in imaging processing especially for image deblurring. The focus lies on algorithms based on FFT, energy minimization, and sparse coding. Additionally one makes use of information about the imaging system. The algorithms are applied to optical imaging and implemented in Matlab.

#### Lernziele und Kompetenzen:

After participation in the module Supervised Teaching, students are able to autonomously plan and perform a lesson or exercise with a given content. They know the most important principles of good didactics and rhetoric and can implement them in the course. Furthermore, the participants are able to reflect their teaching on their own and together with students and colleagues.

##### *Fachkompetenz*

###### *Anwenden*

Bildverarbeitungsalgorithmen in Matlab implementieren.

###### *Analysieren*

Verschiedene Methoden der hochauflösenden Mikroskopie unterscheiden.

###### *Evaluiieren (Beurteilen)*

Algorithmen der Bildverarbeitung an realen Daten validieren.

#### Literatur:

The relevant scientific literature is the one of the corresponding introductory courses. For didactics:

- A. Winteler, Professionell lehren und lernen - Ein Praxisbuch für Universität und Schule, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2004
- Arthur Mattuck, The Torch or The Firehose: A Guide to Section Teaching, MIT OpenCourseWare

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Optical Technologies (Master of Science)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Image Processing in Optical Nanoscopy (Prüfungsnummer: 21351)

(englische Bezeichnung: Image Processing in Optical Nanoscopy)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Harald Köstler

---

Organisatorisches:

Interessenten melden sich per Mail bei [harald.koestler@informatik.uni-erlangen.de](mailto:harald.koestler@informatik.uni-erlangen.de)

Modulbezeichnung:	Innovation and Leadership (InnLead) (Innovation and Leadership)		5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Kathrin M. Möslein		
Lehrende:	Assistenten, Kathrin M. Möslein		
Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)	
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch	
Lehrveranstaltungen: Innovation and Leadership (WS 2019/2020, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Assistenten et al.)			

**Inhalt:**

Creating a sustainable innovative environment is a leadership task. In order to succeed at this task, leaders must develop innovative abilities to deal with the challenges inherent in a business environment characterized by fluid, unstructured and changing information. The aim of this course is to get an overview of how to structure leadership systems towards innovation, how leaders can motivate to foster innovative thinking and what new forms of innovation (e.g. open innovation) mean for the definition of leadership.

**Lernziele und Kompetenzen:** The students:

- will understand and explore the theories and practicalities of leadership in open innovation contexts.
- will gain knowledge on leading and communicating innovation and translate it in leadership behavior in real case contexts.
- learn to assess, reflect and feedback the impact of practical leadership for innovation.
- can independently define new application-oriented problem solving in e-business in relation to the economic impact for businesses, along with solving problems using the appropriate methods.
- discuss possible solutions in groups and present their research results.

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] Medizintechnik (Master of Science)

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | Flexibles Budget / Flexible budget)

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Innovation and Leadership (Prüfungsnummer: 752989)

(englische Bezeichnung: Innovation and Leadership)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% weitere Erläuterungen:

Portfolio (100%): presentation, project report (Präsentation, Projektbericht 100%)

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Kathrin M. Möslein

**Bemerkungen:**

For IIS students 4 SWS, 5 credits (new module handbook)

Modulbezeichnung:	BWL für Ingenieure (BWL-ING) (Business Administration for Engineers)	5 ECTS
Modulverantwortliche/r:	Kai-Ingo Voigt	
Lehrende:	Kai-Ingo Voigt	

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

BWL für Ingenieure I (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Kai-Ingo Voigt et al.)

BWL für Ingenieure II (SS 2020, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Kai-Ingo Voigt et al.)

**Inhalt:**

**BW 1 (konstitutive Grundlagen):**

Grundlagen und Vertiefung spezifischer Aspekte der Rechtsform-, Standort-, Organisations- und Strategiewahl

**BW 2 (operative Leistungsprozesse):**

Betrachtung der unternehmerischen Kernprozesse Forschung und Entwicklung mit Fokus auf das Technologie- und Innovationsmanagement, Beschaffung und Produktion sowie Marketing und Vertrieb

**BW 3 (Unternehmensgründung):**

Grundlagen der Gründungsplanung und des Gründungsmanagements

**BW 3 Übung (Vertiefung und Businessplanerstellung):**

Vertiefung einzelner Schwerpunkte aus den Bereichen BW 1, 2 und 3 sowie ausgewählte Fallstudien zu wichtigen Elementen eines Businessplans Lernziele und Kompetenzen:

**Die Studierenden**

- erwerben Kenntnisse über Grundfragen der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre
- verstehen die Kernprozesse der Unternehmung und die damit verbundenen zentralen Fragestellungen
- erwerben ein Verständnis für den Entwicklungsprozess der Unternehmung sowie deren Kernprozesse, insbesondere verfügen sie über breites und integriertes Wissen einschließlich der wissenschaftlichen Grundlagen in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Beschaffung, Produktion, Marketing und Vertrieb.
- können Fragen des Technologie- und Innovationsmanagements anhand der Anwendung ausgewählter Methoden und Instrumente erschließen
- wissen um die Bestandteile eines Businessplans, deren Bedeutung und sind in der Lage, diese zu verfassen und zu beurteilen

Voigt, Industrielles Management, 2008

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

**[1] Medizintechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | Flexibles Budget / Flexible budget)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Life Science Engineering (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure (Vorlesung) (Prüfungsnummer: 25701)

(englische Bezeichnung: Lecture: Business Studies for Engineers)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablesung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021

1. Prüfer: Kai-Ingo Voigt

---