

Masterstudiengang

# Medizintechnik

Modulhandbuch

SS 2022

WS 2021/2022

Prüfungsordnungsversion: 2019w

Teilauszug Abschnitt

Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach  
Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics

Modulhandbuch generiert aus *UnivIS*  
Stand: 25.10.2022 12:57





# Medizintechnik (Master of Science)

SS 2022, WS 2021/2022; Prüfungsordnungsversion: 2019w

## 1 M1 Medical specialisation modules (HMDA)

### Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner

- Anatomie und Physiologie für Nicht-Mediziner, 5 ECTS, Clemens Forster, SS 2022, 2 Sem. 8

### Low Power Biomedical Electronics

- Low-Power Biomedical Electronics, 5 ECTS, Heinrich Milosiu, WS 2021/2022 10

### Medical Device Regulation

- Medical Device Regulation, 5 ECTS, Dozenten der beteiligten Fachgebiete, WS 2021/2022 12

### 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 2021/2022 14

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

- Systems Oncology: bioinformatics and computer modelling in cancer, 2.5 ECTS, Julio Vera-Gonzalez, Xin Lai, Christopher Lischer, SS 2022 15

### Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers

- Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers, 5 ECTS, Michael Eichhorn, SS 2022 17

### Movement Neuroscience: Connections between Brain and Muscles in Humans

- Movement Neuroscience: Connections between the Brain and Muscles in Humans, 5 ECTS, Alessandro Del Vecchio, u. Mitarbeiter, WS 2021/2022 18

### 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, SS 2022 20

### Seminar Ethics of Engineering

- Seminar Ethics of Engineering, 2.5 ECTS, Christoph Merdes, Jens Kirchner, WS 2021/2022 21

### Introduction to medical physics in radiation therapy

- Introduction to medical physics in radiation therapy, 2.5 ECTS, Christoph Bert, WS 2021/2022 23

### Lab class on medical physics in radiation therapy

- Lab class on medical physics in radiation therapy, 5 ECTS, Christoph Bert, und Mitarbeiter/innen, SS 2022 25

### Medical Physics in Nuclear Medicine

- Medical Physics in Nuclear Medicine, 2.5 ECTS, Philipp Ritt, und Mitarbeiter/innen, SS 2022 27

### Medizinische Biotechnologie (Vertiefung)

- Medizinische Biotechnologie, 5 ECTS, Oliver Friedrich, Sebastian Schürmann, Martin Christian Vielreicher, Barbara Kappes, Daniel Gilbert, Dominik Schneidereit, SS 2022 29

### Special topics of medical physics in radiation therapy

- Special topics of medical physics in radiation therapy, 2.5 ECTS, Christoph Bert, SS 2022 31

## 2 M2 Engineering Core Modules (HMDA)

### Algorithms of Numerical Linear Algebra

- Algorithms of Numerical Linear Algebra, 7.5 ECTS, Ulrich Rüde, WS 2021/2022 32

<b>Applied Visualization</b>	
<b>Deep Learning</b>	
• Deep Learning, 5 ECTS, Andreas Maier, SS 2022	34
<b>Digitale Signalverarbeitung</b>	
• Digitale Signalverarbeitung, 5 ECTS, Walter Kellermann, Heinrich Löllmann, WS 2021/2022	36
<b>Digitale Übertragung</b>	
• Digitale Übertragung, 5 ECTS, Robert Schober, SS 2022	38
<b>Functional Analysis for Engineers</b>	
• Functional Analysis for Engineers, 5 ECTS, Christoph Pflaum, WS 2021/2022	40
<b>Geometric Modeling</b>	
• Geometrische Modellierung - VU, 5 ECTS, Marc Stamminger, Roberto Grosso, WS 2021/2022	41
<b>Heterogene Rechnerarchitekturen Online</b>	
• Heterogene Rechnerarchitekturen Online, 5 ECTS, Dietmar Fey, Philipp Holzinger, SS 2022	43
<b>Information Theory and Coding</b>	
• Information Theory and Coding, 5 ECTS, Ralf Müller, WS 2021/2022	45
<b>Kanalcodierung</b>	
• Kanalcodierung, 5 ECTS, Clemens Stierstorfer, SS 2022	48
<b>Künstliche Intelligenz I</b>	
• Künstliche Intelligenz I, 7.5 ECTS, Michael Kohlhase, WS 2021/2022	52
<b>Künstliche Intelligenz II</b>	
• Künstliche Intelligenz II, 7.5 ECTS, Michael Kohlhase, SS 2022	54
<b>Maschinelles Lernen für Zeitreihen</b>	
• Maschinelles Lernen für Zeitreihen, 5 ECTS, Dario Zanca, Björn Eskofier, , Luis Ignacio Lopera Gonzalez, WS 2021/2022	56
<b>Pattern Analysis</b>	
• Pattern Analysis, 5 ECTS, Christian Riess, SS 2022	58
<b>Pattern Recognition</b>	
• Pattern Recognition, 5 ECTS, Andreas Maier, WS 2021/2022	61
<b>Reconfigurable Computing (Lecture with Exercises)</b>	
• Reconfigurable Computing, 5 ECTS, Frank Hannig, Andreas Becher, WS 2021/2022	63
<b>Speech and Audio Signal Processing</b>	
• Sprach- und Audiosignalverarbeitung, 5 ECTS, Walter Kellermann, , SS 2022	65
<b>Statistical Signal Processing</b>	
• Statistische Signalverarbeitung, 5 ECTS, Walter Kellermann, Thomas Haubner, WS 2021/2022	67
<b>Transformationen in der Signalverarbeitung</b>	
• Transformationen in der Signalverarbeitung, 2.5 ECTS, Jürgen Seiler, SS 2022	70
<b>Pattern Recognition (Lecture + Exercises)</b>	
<b>Computer Graphics</b>	
• Computergraphik-VU, 5 ECTS, Marc Stamminger, WS 2021/2022	72
<b>Reinforcement Learning</b>	
• Reinforcement Learning, 5 ECTS, Christopher Mutschler, SS 2022	75
<b>Data Science Survival Skills</b>	
• Data Science Survival Skills, 5 ECTS, Andreas Kist, WS 2021/2022	77

<b>Inertial Sensor Fusion</b>	
• Inertial Sensor Fusion, 5 ECTS, Thomas Seel, WS 2021/2022	79
<b>Parallele Systeme</b>	
• Parallele Systeme, 5 ECTS, Jürgen Teich, Frank Hannig, SS 2022	81
<b>Scientific Visualization</b>	
• Scientific Visualization, 5 ECTS, Tobias Günther, SS 2022	84
<b>3 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA)</b>	
<b>A look inside the human body - gait analysis and simulation</b>	
• A look inside the human body - gait analysis and simulation, 2.5 ECTS, Anne Koelewijn, WS 2021/2022	86
<b>Auditory Models</b>	
• Auditory Models, 2.5 ECTS, Bernd Edler, SS 2022	88
<b>Biomedizinische Signalanalyse</b>	
• Biomedizinische Signalanalyse, 5 ECTS, Björn Eskofier, WS 2021/2022	89
<b>Computer Architectures for Medical Applications</b>	
• Computer Architectures for Medical Applications, 5 ECTS, N.N., Gerhard Wellein, SS 2022	91
<b>Image and Video Compression</b>	
• Image and Video Compression, 5 ECTS, André Kaup, Fabian Brand, SS 2022	93
<b>Interventional Medical Image Processing</b>	
• Interventional Medical Image Processing (Online-Kurs), 5 ECTS, Luis Carlos Rivera Monroy, Celia Martín Vicario, Arpitha Ravi, SS 2022	95
<b>Magnetic Resonance Imaging</b>	
• Magnetic Resonance Imaging 1, 5 ECTS, Frederik Laun, Andreas Maier, Armin Nagel, WS 2021/2022	97
<b>Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung</b>	
• Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung, 5 ECTS, Frederik Laun, Andreas Maier, Armin Nagel, SS 2022	98
<b>Multidimensional Signals and Systems</b>	
<b>Visual Computing in Medicine</b>	
• Visual Computing in Medicine, 5 ECTS, Peter Hastreiter, Thomas Wittenberg, WS 2021/2022, 2 Sem.	100
<b>Wearable and Implantable Computing</b>	
• Wearable and Implantable Computing, 5 ECTS, und Mitarbeiter/innen, WS 2021/2022	103
<b>Diagnostic Medical Image Processing</b>	
• Diagnostic Medical Image Processing (VHB-Kurs), 5 ECTS, Luis Carlos Rivera Monroy, Celia Martín Vicario, Arpitha Ravi, SS 2022	105
<b>Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology</b>	
• Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology, 5 ECTS, Alessandro Del Vecchio, SS 2022	107
<b>Computational Magnetic Resonance Imaging</b>	
• Computational Magnetic Resonance Imaging, 5 ECTS, Florian Knoll, , WS 2021/2022	109
<b>Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie</b>	
• Numerische Neurotechnologie, 5 ECTS, N.N, SS 2022	111

## 4 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA)

### Architekturen der digitalen Signalverarbeitung

- Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung, 5 ECTS, Georg Fischer, Torsten Reißland, SS 2022 112

### Body Area Communications

- Body Area Communications, 2.5 ECTS, Georg Fischer, WS 2021/2022 114

### Human Computer Interaction

- Human Computer Interaction, 5 ECTS, Björn Eskofier, SS 2022 116

### Image, Video, and Multidimensional Signal Processing

#### Knowledge discovery in databases

- Knowledge Discovery in Databases, 2.5 ECTS, Richard Lenz, SS 2022 118

#### Lasertechnik für die Medizintechnik

- Lasers in Healthcare Engineering, 2.5 ECTS, Florian Klämpfl, WS 2021/2022 120

#### Medical Imaging System Technology

- Medical Imaging System Technology, 5 ECTS, Wilhelm Dürr, SS 2022 121

#### Molecular Communications

- Molecular Communications, 5 ECTS, Robert Schober, WS 2021/2022 123

#### Optical Technologies in Life Science

- Optical Technologies in Life Science, 5 ECTS, Sebastian Schürmann, Oliver Friedrich, Maximilian Waldner, WS 2021/2022 124

#### Security in Embedded Hardware

- Security in Embedded Hardware, 5 ECTS, Jürgen Teich, SS 2022 126

#### Image Processing in Optical Nanoscopy

- Image Processing in Optical Nanoscopy, 5 ECTS, Harald Köstler, Gerald Donnert, WS 2021/2022 128

#### Low Power Biomedical Electronics

- Low-Power Biomedical Electronics, 5 ECTS, Heinrich Milosiu, WS 2021/2022 10

#### Digital Health

- Digital Health, 5 ECTS, Luis Ignacio Lopera Gonzalez, WS 2021/2022 129

#### Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung

- Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung, 5 ECTS, André Kaup, WS 2021/2022 131

#### Virtual Reality in den Neurowissenschaften (VRNeuro)

#### Magnetic Resonance Imaging sequence programming

#### Advanced Upper-Limb Prosthetics

- Advanced Upper-Limb Prosthetics (Fortgeschrittene Obergliedmaßenprothetik), 5 ECTS, Claudio Castellini, Marek Sierotowicz, WS 2021/2022 134

#### Test- und Analyseverfahren zur Software-Verifikation und Validierung

- Test- und Analyseverfahren zur Softwareverifikation und -Validierung, 5 ECTS, Francesca Saglietti, WS 2021/2022 136

#### Exergames

- Exergames, 5 ECTS, N.N, WS 2021/2022 138

#### Speech and Language Processing

- Speech and Language Understanding, 5 ECTS, Andreas Maier, Seung Hee Yang, Abner Hernandez, SS 2022 140

## 5 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HM-DA)

### Innovation technology

#### Innovation and leadership

- Innovation and Leadership, 5 ECTS, Assistenten, Kathrin M. Möslein, WS 2021/2022 142

#### Service innovation

- Service Innovation, 5 ECTS, Angela Roth, Assistenten, SS 2022 144

#### Technology and innovation management

- Technology and Innovation Management (V), 5 ECTS, Kai-Ingo Voigt, Christian Bacarella, Lukas Maier, SS 2022 145

#### Becoming an Innovative Engineer

- Becoming an innovative engineer, 2.5 ECTS, Björn Eskofier, Marlies Nitschke, SS 2022 146

#### Implementing innovation

- Implementing Innovation, 5 ECTS, Kathrin M. Möslein, WS 2021/2022, 2 Sem. 148

### Innovation technology

#### Designing technology

- Designing Technology, 5 ECTS, Kathrin M. Möslein, Julius Kirschbaum, Patrick Meyer, Tim Posselt, WS 2021/2022 150

#### Exergames

- Exergames, 5 ECTS, N.N, WS 2021/2022 138

---

**Modulbezeichnung:** **Anatomie und Physiologie für Nicht-Mediziner (AnaPhys\_MT)** **5 ECTS**  
 (Fundamentals of Anatomy and Physiology)

Modulverantwortliche/r: Clemens Forster  
 Lehrende: Clemens Forster

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 2 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

**Grundlagen der Anatomie & Physiologie für Nichtmediziner**

Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker, Naturwissenschaftler und Ingenieure, Teil 2 (Innere Organe) (WS 2022/2023, Vorlesung, Clemens Forster)

Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker, Naturwissenschaftler und Ingenieure, Teil 1 Neurophysiologie (SS 2022, Vorlesung, Clemens Forster)

---

**Inhalt:**

- Wissensvermittlung zu Grundlagen der Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie
- Wissensvermittlung von wichtigen medizinischen Fachbegriffen
- Wissensvermittlung von relevanten und häufigen Krankheitsbildern
- Wissensvermittlung von relevanten Methoden beim biologischen und technischen Sehen
- Diskussion von Methoden und Theorieansätzen, um relevante medizinische Fragestellungen erkennen zu können
- Kritische Betrachtung von den wichtigsten bildgebenden Verfahren in wichtigen Krankheitsbildern
- Darstellung der Organisationsstrukturen von diagnostischen Prozessen

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- verstehen die wichtigsten und häufigsten medizinische Fachbegriffe
- sind vertraut mit den Grundlagen der Anatomie und der Physiologie
- kennen wichtige Krankheitsbilder
- verstehen und erklären medizinische Fragestellungen in der Diagnostik und Therapie anhand von Beispielen

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Abschlussklausur Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner (Prüfungsnummer: 28001)

(englische Bezeichnung: Written examination in anatomy and physiology for non-medical students)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

In der Klausur werden die Inhalte beider Vorlesungssemester abgefragt.

Prüfungssprache: Deutsch

Erstabledung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023

1. Prüfer: Clemens Forster





---

**Modulbezeichnung:** **Low-Power Biomedical Electronics (LBE)** **5 ECTS**  
 (Low-Power Biomedical Electronics)

Modulverantwortliche/r: Heinrich Milosiu  
 Lehrende: Heinrich Milosiu

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Low-Power Biomedical Electronics (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Heinrich Milosiu)  
 Übung Low-Power Biomedical Electronics (LBE) (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Heinrich Milosiu)

---

**Inhalt:**

1. Elektronik-Grundlagen: Leistungsbegriff, RC-Filter, Ultra-Low-Power, Stromquellen
2. Einfaches MOSFET-Modell und MOSFET-Betriebsarten: Starke Inversion, Kennlinienfeld und Ausgangswiderstand, Spannungsverstärkung
3. MOSFET-Betriebsart Schwache Inversion: Kennlinien
4. Vergleich der Betriebsarten starke vs. schwache Inversion, Konzept der Drain-Effizienz
5. Einfache MOSFET-Verstärkerschaltungen
6. Transkonduktanz-Verstärker (OTA)
7. OTA-basierte Filter
8. Biomedizinische Signale: Elektrokardiogramm (EKG)
9. Herzratenvariabilität (HRV), Poincaré-Diagramm und Fitness Monitoring
10. Schaltungsbeispiele für EKG-Verstärker
11. Puls-Oximetrie: Prinzip und Schaltungsbeispiel
12. Innenohrimplantat: Prinzip und Beispiel
13. Digitale Schaltungen: Grundlagen zur Leistungsberechnung, Low-Power-Techniken
14. Konzept für rückgekoppelte Schaltungen: Grundlagen, Beispiele

**Lernziele und Kompetenzen:**

Nach Teilnahme an der Lehrveranstaltung besitzen Studierende:

- Grundlegende Kenntnisse über integrierten Ultra-Low-Power-Schaltungsentwurf für analoge und digitale Komponenten
- Fähigkeit zur Analyse von rückgekoppelten Systemen sowie deren Implementierung
- Fähigkeit zur Entwicklung von analogen Ultra-Low-Power-MOSFET-Verstärkerschaltungen für biomedizinische Anwendungen
- Grundlegende Kenntnisse über Low-Power-Biomedizinische Systeme
- Grundlagen zu bioinspirierten Systemen

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

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

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Low Power Biomedical Electronics (Prüfungsnummer: 68311)

(englische Bezeichnung: Low-Power Biomedical Electronics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

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

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Georg Fischer

---

**Bemerkungen:**

Vorlesung und Prüfung haben als Sprache "Deutsch". Teilweise wird zusätzlich englischsprachiges Lehrmaterial angeboten.

---

**Modulbezeichnung:** **Medical Device Regulation (MDR)** **5 ECTS**  
(Medical Device Regulation)

Modulverantwortliche/r: Heike Leutheuser

Lehrende: Dozenten der beteiligten Fachgebiete

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Medical Device Regulation (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Heike Leutheuser et al.)

Medical Device Regulation (SS 2022, Seminar, Anwesenheitspflicht, Lisa Walter et al.)

---

**Inhalt:**

**Content**

In order to introduce a medical device into the market, it is essential not only to have the technical knowledge of the production process but also the rules and regulations of the entire product life cycle. As medical devices are products that have a medical purpose and are intended for the use of humans, manufacturers have to adhere to strict legal requirements. Consequently, knowledge of this evermore complex subject matter of medical device regulation is indispensable for any successful and competitive market entry. In order to receive 2.5 ECTS, you have to take part in 6 seminar days. The first two seminar days, which are offered every semester, are mandatory for students. If you prefer to join a course in the following semester, you can do so, but it is advisable to complete the seminar within one semester.

The seminar topics for the winter semester:

- Introduction to the medical device law
- Risk management in Medical Engineering
- Clinical Evaluation
- Medical Products in the Market, in Operation and Application
- Software as a Medical Product
- Introducing eMaps

The seminar topics for the summer semester:

- Introduction to the medical device law
- Risk management system in Medical Engineering
- Medical device regulation
- Digital Health
- Other countries, other customs
- Usability Engineering for Medical Devices

**Lernziele und Kompetenzen:**

**Learning Outcomes and competencies:**

The participants can explain the most important and decisive regulations in the legal framework of medical devices. They can explain the conditions, relationships and dependencies between the corresponding guidelines, laws and standards. They are able to apply the newly acquired knowledge to take timely, necessary measures to comply with the legal requirements.

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Medical Device Regulation (Prüfungsnummer: 76451)

(englische Bezeichnung: Medical Device Regulation)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

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

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Heike Leutheuser

---

**Bemerkungen:**

**This module is offered for the last time in the 5 ECTS-version for students who started it in WS 21/22. These students can finish it in SS 22 and acquire 5 ECTS credits upon successful completion.**

**Students who want to take MDR for the first time in SS 22, can only take the 2,5 ECTS version.**

---

**Modulbezeichnung:** Introduction to simulation, network and data analysis in **2.5 ECTS**  
**Medical Systems Biology (IntSysMed\_f\_Eng)**  
 (Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology)

Modulverantwortliche/r: Julio Vera-Gonzalez  
 Lehrende: Julio Vera-Gonzalez

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Medical Systems and Network Biology (WS 2021/2022, Vorlesung, 3 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:**

- After finishing this module, students can explain and analyse the basic concepts and tools for data analysis, network reconstruction and modeling used in systems biology.
  - They are be able to apply these concepts in the context of 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

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

---

**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%

Erstabelleung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Julio Vera-Gonzalez

---

**Organisatorisches:**

For more information and registration please contact Prof. Dr. Julio Vera-Gonzalez: julio.vera-gonzalez@uk-erlangen.de

---

**Modulbezeichnung:** **Systems Oncology: bioinformatics and computer modelling in cancer (OncoSys\_f\_Eng)** **2.5 ECTS**  
 (Systems Oncology: bioinformatics and computer modelling in cancer)

Modulverantwortliche/r: Julio Vera-Gonzalez

Lehrende: Julio Vera-Gonzalez, Christopher Lischer, Xin Lai

---

Startsemester: SS 2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 30 Std.

Eigenstudium: 45 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Systems Oncology: bioinformatics and computer modelling in cancer (SS 2022, Vorlesung, 3 SWS, Julio Vera-Gonzalez)

---

**Inhalt:**

In Cancer Systems Biology quantitative biomedical data from experimental models and patients are investigated using advanced data analysis and computational modelling and simulation of molecular and cell-to-cell interaction networks. The aim is to detect processes deregulated in cancer for understanding their role in cancer progression and development, support cancer drug discovery and personalized treatments.

In this lectures series we introduce the basics of bioinformatics and computational modelling in Cancer Systems Biology, and its integration with data and network analysis. The lectures have practical sessions on computer modelling and simulation of cancer.

Topics included are:

- Foundations of Cancer Biology
- Basics of Cancer Bioinformatics and Systems Biology
- High throughput data analysis, integration, and mining in cancer
- Computational model calibration, simulation and analysis
- ODE models of cancer networks
- Boolean models of cancer networks
- Multi-level modelling in cancer
- Tumor growth models
- Pharmacokinetics and pharmacodynamics models in cancer
- Tumor epitopes detection and analysis

**Lernziele und Kompetenzen:**

The students:

- Learn computational workflows for bioinformatics and computational modelling applied to cancer
  - Derive, calibrate, and analyze computational models
  - Learn methods for making model-based inferences in cancer networks
  - Derive, calibrate, and simulate computational models for cancer networks, tumor growth models and pharmacokinetics/pharmacodynamics models
  - Understand the potential of computational modelling of cancer networks in anticancer therapy discovery
- 

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Introduction to simulation, network and data analysis in cancer and oncotherapy (Prüfungsnummer: 845913)

(englische Bezeichnung: Introduction to simulation, network and data analysis in cancer and oncotherapy)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Julio Vera-Gonzalez

---



---

**Modulbezeichnung:** **Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers (OMED/FAP)** **5 ECTS**  
 (Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers)

Modulverantwortliche/r: Michael Eichhorn  
 Lehrende: Michael Eichhorn

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers (SS 2022, Vorlesung, 4 SWS, Benedikt Kleinsasser et al.)

---

**Inhalt:**

- Biological Systems
- Trunk System
- Nervous System
- Respiration
- Circulation
- Heart
- Digestion
- Neuroscience
- Functional cardiology
- Advanced endoscopy
- Advanced neuroimaging

**Lernziele und Kompetenzen:**

Students are able to

- describe relevant structures of the human anatomy and basic physiological processes
- understand features of biological systems when applying optical technologies to them
- describe exemplarily applications of optical technologies in medicine

**Literatur:**

Gerard J. Tortora, Bryan Derrickson: Principles of Anatomy and Physiology:

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers (Prüfungsnummer: 76641)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Open Book Klausur mit Zeitdruck

Prüfungssprache: Englisch

Erstblegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Michael Eichhorn

---

---

**Modulbezeichnung:** **Movement Neuroscience: Connections between the Brain and Muscles in Humans (MNeuro)** **5 ECTS**  
 (Movement Neuroscience: Connections between the Brain and Muscles in Humans)

Modulverantwortliche/r: Alessandro Del Vecchio  
 Lehrende: Alessandro Del Vecchio, u. Mitarbeiter

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 75 Std.	Eigenstudium: 75 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Movement Neuroscience: Connections between the Brain and Muscles in Humans (WS 2021/2022, Vorlesung, 3 SWS, Alessandro Del Vecchio et al.)

---

**Inhalt:**

Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering  
 How the central nervous system controls muscle forces; Neurons, upper and lower motoneurons, Cortical and brainstem function, Interneurons and Motor Units. Neuroengineering applications for studying the neural control of movement; invasive and non-invasive recordings, electrical stimulation of the nervous system.

Module: Electrophysiology

Generation of an action potential, difference between intracellular and extracellular action potential, sparsity of the action potential in a matrix of electrodes.

Module: Generation of EMG signals and analysis

Recording electrophysiological data in humans; examples of EMG and EEG recordings.

Module: Oscillations in neuronal networks

Coherence analysis; Common synaptic input to populations of neurons; Noise in the nervous system; Associations between EEG and EMG signals; Startle responses

Module: Simulation of muscle forces from the firing of individual motoneurons

Motor unit model, Hodgkin - Huxley model, Muscle Properties

Module: EMG signals in Neural Pathologies

Parkinson's and Spinal Cord Injury, Motor unit analysis in neurodegenerative and neurotraumatic diseases.

Module: MATLAB / Python practical coursework

Extraction of neural information from electrophysiological signals; associations of information between electrophysiological signals and behavioural data; Experiment in humans.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Students understand motor function at the brain and muscle level. The students describe how these systems are organized and what information can be extracted from the brain and muscles with the use of EMG signals. Moreover, students explore the acquisition, analysis, and interpretation of electrophysiological data with a specific focus on human recordings in health and pathological conditions (e.g., spinal cord injury, stroke, and Parkinson's disease).

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Movement Neuroscience: Connections between Brain and Muscles in Humans (Prüfungsnummer: 76741)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Oral exam, 30 min.

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Alessandro Del Vecchio

---

---

**Modulbezeichnung:** **Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys)** **2.5 ECTS**  
 (Advances in Medical Systems Biology)

Modulverantwortliche/r: Julio Vera-Gonzalez

Lehrende: Xin Lai, Julio Vera-Gonzalez, Christopher Lischer

---

Startsemester: SS 2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: halbjährlich (WS+SS)

Präsenzzeit: 45 Std.

Eigenstudium: 30 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie (SS 2022, 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys) (Prüfungsnummer: 76971)

(englische Bezeichnung: Advances in Medical Systems Biology)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2022, 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:** **Seminar Ethics of Engineering (EthEng)** **2.5 ECTS**  
 (Seminar Ethics of Engineering)

Modulverantwortliche/r: Christoph Merdes, Jens Kirchner  
 Lehrende: Christoph Merdes, Jens Kirchner

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache:

---

**Lehrveranstaltungen:**

Ethics of Engineering (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, Jens Kirchner 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

**Lernziele und Kompetenzen:**

The students

- recognize and systematically analyze ethical problems in various engineering tasks
- apply basic theories of normative ethics and understand their utility and limitations
- discuss ethical problems in a respectful and reason-driven manner with their peers
- reflect their particular moral responsibility as professionals in the field of engineering
- contextualize engineering problems as situated in a wider social environment with complex moral implications.

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Seminar Ethics of Engineering (Prüfungsnummer: 41551)

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

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

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Christoph Merdes

---

---

**Modulbezeichnung:** Introduction to medical physics in radiation therapy (MEDPHYS-I) **2.5 ECTS**  
 (Introduction to medical physics in radiation therapy)

Modulverantwortliche/r: Christoph Bert  
 Lehrende: Christoph Bert

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Introduction to medical physics in radiation therapy (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Christoph Bert)

---

**Inhalt:**

This module forms the foundation of two additional modules on medical physics in radiation oncology in the summer term. The introductory lecture starts with the basics of the physics of interaction of ionizing radiation with matter and resulting effects in radiation biology including aspects of radiation safety. The focus lies in the workflow of a radiation oncology treatment which is used as a guideline to cover: imaging (CT, MR, PET), treatment planning (medical and physics treatment planning), dosimetric verification of treatment plans, positioning of the patient prior each treatment session using imaging devices, and the treatment itself with a medical linear accelerator.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Students

- Know the fundamental interactions of ionizing radiation with matter and the radiobiological basis of radiation therapy
- Understand the main workflow of radiation therapy, i.e. can describe and explain individual workflow steps such as imaging, treatment planning, treatment delivery

**Literatur:**

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Oncology Physics, , IAEA, Vienna (2005)  
 W. Schlegel, C.P. Karger und O. Jäkel: Medizinische Physik: Grundlagen - Bildgebung - Therapie - Technik; ISBN 978-3-662-54800-4  
 Peter Metcalfe, Tomas Krone, Peter Hoban: The Physics of Radiotherapy X-Rays from Linear Accelerators, Medical Physics Publishing, 1997  
 Hanno Krieger: Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes, Springer 2012  
 Hanno Krieger: Strahlungsquellen für Technik und Medizin, Springer 2013  
 Hanno Krieger: Strahlungsmessung und Dosimetrie, Springer 2013  
 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Diagnostic Radiology Physics, IAEA, Vienna (2014)

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Introduction to medical physics in radiation therapy (Prüfungsnummer: 232733)

(englische Bezeichnung: Introduction to medical physics in radiation therapy)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

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

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Christoph Bert





---

**Modulbezeichnung:** Lab class on medical physics in radiation therapy (MEDPHYS-III) **5 ECTS**  
 (Lab class on medical physics in radiation therapy)

Modulverantwortliche/r: Christoph Bert  
 Lehrende: und Mitarbeiter/innen, Christoph Bert

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Lab class on medical physics in radiation therapy (SS 2022, Praktikum, 2 SWS, Christoph Bert)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

This module is based on module Introduction to medical physics in radiation therapy (MEDPHYS-I) and can only be attended after successful attendance of MEDPHYS-I

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

Introduction to medical physics in radiation therapy

---

**Inhalt:**

The lab class consists of 5 lab sessions using the medical devices of the Department of Radiation Oncology of the University Clinic (Strahlenklinik, Universitätsklinikum Erlangen). The devices (medical linear accelerator, imaging such as CT or MRT, quality assurance equipment, . . . ) are used for patient treatment each day. In the lab (typically starting late afternoon due to the patient treatments) the devices will be used to perform typical workflows and/or quality assurance procedures. Each lab session is performed in a group of 2-3 students.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Students . . . . . operate medical devices such as linear accelerators or CTs to acquire data as part of quality assurance routines or of phantoms . . . . . analyse the measured data by applying the knowledge they gained by preparing for the lab and/or the lecture of MEDPHYS-I . . . . . report their findings in a structured lab report

**Literatur:**

Hoisak et al. Surface Guided Radiation Therapy, CRC Press AAPM Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators (2009) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy: An international Code of Practice for Dosimetry Based Standards of Absorbed Dose to Water, Technical Reports Series No. 398, IAEA, Vienna (2000) Schlegel, Karger, Jäkel: Medizinische Physi, Springer 2018

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Lab class on medical physics in radiation therapy (Prüfungsnummer: 76881)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

For each of the 5 lab sessions each group of 2-3 students submits within 14 days after the session a report structured like a scientific manuscript. The report is graded. Typical report length is 8-12 pages depending on the number of figures. In addition, at the beginning of each lab sessions students answer a short test (e.g. MultipleChoice) checking the preparation level for the session.

Prüfungssprache: Englisch

Erstabelgung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2023  
1. Prüfer: Christoph Bert

---

---

**Modulbezeichnung:** **Medical Physics in Nuclear Medicine (MPNM)** **2.5 ECTS**  
 (Medical Physics in Nuclear Medicine)

Modulverantwortliche/r: Philipp Ritt  
 Lehrende: und Mitarbeiter/innen, Philipp Ritt

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Medical Physics in Nuclear Medicine (SS 2022, Vorlesung, Philipp Ritt et al.)

---

**Inhalt:**

With this module, participating students should increase and consolidate their knowledge and understanding of medical physics in the field of Nuclear Medicine. For this, all necessary physical foundations and principles will be taught in order that the students are able to explain, interpret, and apply these (for example calculations for the interaction of photons and electrons with matter). With these foundations, the students compare different types of detectors for spatially-resolved photon detection, formulate the principles of imaging in nuclear medicine, and transfer this knowledge to 3-dimensional emission computed tomography. The students differentiate Positron Emission Tomography (PET) and Single-Photon Emission Computed Tomography (SPECT) and understand the principle of 3-D image reconstruction from projection data. They acquire differentiating criteria and quality metrics for image data and use them for assessing reconstruction- and correction methods of PET and SPECT. The students use their acquired knowledge of emission tomography and other imaging modalities such as CT and MRI in order to explain the function principle of multimodal devices such as SPECT/CT, PET/CT, and PET/MRI and in order to evaluate their pros and cons. The students differentiate the relevant application fields of Nuclear Medicine imaging, which are therapeutic, diagnostic and pre-clinical research and interpret the according image data. Based on the acquired competences and with methods obtained from literature review, the students develop solutions for image based dosimetry in Nuclear Medicine therapies and calculate radiation organ doses for representative data. The students translate theory, principle, and rationale of quality assurance of imaging devices to practice and explain the underlying effects. With help of rules and standards, the students understand principles and core of radiation protection and apply these to the field of Nuclear Medicine.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Competences: The students acquire professional and methodical competences in the following aspects: They are able to

- understand and apply the physical principles of nuclear medicine
- differentiate the multiple approaches of spatially resolved photon detection and apply them to 3-D emission tomography (PET, SPECT)
- explain and differentiate multiple reconstruction methods such as e.g. back-projection and iterative reconstruction
- distinguish the most important image-influencing effects (partial volume, attenuation, scattering) and outline according correction methods
- characterize multimodal imaging devices (e.g. SPECT/CT, PET/CT), name and assess their pros and cons
- describe and differentiate the most important clinical and pre-clinical applications of emission tomography
- deduce and apply methods for image based dosimetry in Nuclear Medicine therapies
- name appropriate quality control procedures of imaging devices and characterize/differentiate the underlying effects
- report the legal and methodical principles of radiation protection and apply them to the field of Nuclear Medicine

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Medical Physics in Nuclear Medicine (Prüfungsnummer: 355271)

(englische Bezeichnung: Medical Physics in Nuclear Medicine)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

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

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Philipp Ritt

---

**Modulbezeichnung:** **Medizinische Biotechnologie (MBT: VF (MT))** **5 ECTS**  
(Medical Biotechnology)

Modulverantwortliche/r: Oliver Friedrich

Lehrende: Daniel Gilbert, Oliver Friedrich, Sebastian Schürmann, Barbara Kappes, Martin Christian Vielreicher, Dominik Schneiderei

Startsemester: SS 2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 70 Std.

Eigenstudium: 80 Std.

Sprache: Englisch

**Lehrveranstaltungen:**

Vertiefung Medizinische Biotechnologie (SS 2022, Vorlesung, 3 SWS, Michael Haug et al.)

Übung Vertiefung Medizinische Biotechnologie (SS 2022, Übung, 1 SWS, Michael Haug et al.)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- MBT Kernfach
- Kenntnisse zu Molekularbiologie, Gentechnik und Molekulare Medizin

Prerequisites:

Bachelor study course in Medical Technologies, Biomedical Engineering, or similar

**Inhalt:**

Vertiefung wissenschaftlicher Methoden:

- Zelluläre Ionenkanäle (patch clamp, voltage clamp)
- Molekulare dynamische Proteinwechselwirkung (molekulare Motoren)
- Multiphotonenmikroskopie
- Bildverarbeitung, Informationsextraktion, Cell Signalling
- Methoden zur Beurteilung von Muskelperformance
- Zelluläre Mechanismen von Malaria
- Hochdruckbiologie erregbarer Zellen
- Prothetik des Bewegungsapparates
- Methoden des intraoperativen Monitorings, z. B. Herz-OPs
- Entwicklung von Alternativmethoden zu Tierversuchen für industrielle Anwendungen
- Blick hinter die Kulisse eines Papers - wie ein Paper entsteht (Studiendesign)
- Gentechnisch hergestellte Hochleistungs-Materialien für die Medizin

Focus on scientific procedures, techniques and technologies:

- cellular ion channels (patch clamp, voltage clamp)
- molecular, dynamic protein interactions (molecular motors, motility assays)
- muscle performance diagnostics, biomechanical/biomechanics procedures
- cellular fluorescence microscopy, multiphoton microscopy, image processing of cellular image data, information extraction, cell signalling
- methods to estimate muscle performance and training
- cellular mechanisms of malaria and malaria biotechnology
- high pressure bioscience and biology of excitable cells, high pressure biotechnology
- prosthetics of the musculo-skeletal apparatus
- Methods of intraoperative monitoring and telemetry
- Development of alternatives for animal experiments for industrial applications

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- vertiefen Techniken und Methoden zur Erforschung zellulärer Abläufe
- verfügen über vertiefende Fach- und Methodenkompetenzen aus dem Gebiet der medizinischen Biotechnologie
- sind mit aktuellen Forschungsrichtungen der Zellbiologie und molekularen Technik vertraut
- können Informationen aus mikroskopischen Bilddaten extrahieren
- verfügen über medizinisches Hintergrundwissen zu ausgewählten Krankheitsbildern

- können die einzelnen Schritte von Studienplanung bis zur Veröffentlichung einer Fragestellung nachvollziehen
- erlernen softskills zur Studiendesign, -Daten und Ergebnisextraktion aus einer wissenschaftlichen Publikation und Präsentation im Plenum (auf Englisch)

Students will learn to

- analyse specific questions within the topics and to apply the appropriate technologies to answer scientific problems by dissecting sub-solutions and develop process-oriented strategies
- extract evidence-based information and contexts from scientific publications related to a focussed problem within the topics, to transfer the concepts to more general questions in the field and to assess advantages and limitations of techniques
- develop strategies for the conception of new and combined processes within the discussed topics
- acquire and apply soft skills (UE); to independently extract information from specialised scientific papers and to prepare the contents in a short-presentation in front of the course group
- evaluate and assess experimental results in scientific publications and to critically question conclusions drawn from experiments

#### Literatur:

Literatur wird im Skript jeweils als urls oder Papers markiert.  
See papers referenced in the skripts.

---

#### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Medizinische Biotechnologie (Vertiefung) (Prüfungsnummer: 43811)

(englische Bezeichnung: Focus Subject: Medical Biotechnology)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Klausur 120min, bestehend aus 30 Multiple Choice Fragen sowie 6-8 freien Fragen. Beide Teile werden getrennt mit Bestehensgrenzen nach APO TF bewertet und zu einer Gesamtbewertung gewichtet.

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Oliver Friedrich

---

---

**Modulbezeichnung:** **Special topics of medical physics in radiation therapy (MEDPHYS-II)** **2.5 ECTS**  
 (Special topics of medical physics in radiation therapy)

Modulverantwortliche/r: Christoph Bert  
 Lehrende: Christoph Bert

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Special topics of medical physics in radiation therapy (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Christoph Bert)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

This module is based on module Introduction to medical physics in radiation therapy (MEDPHYS-I) and can only be attended after successful attendance of MEDPHYS-I

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

Introduction to medical physics in radiation therapy

---

**Inhalt:**

The lecture within the module focuses on special subjects of medical physics in radiation oncology. Among them are management of organ motion (focusing on respiratory motion) in imaging and treatment, brachytherapy, i.e. treatment based on sealed radioactive materials that are inserted into/close to the target volume, and ion beam therapy, i.e. the treatment using protons or carbon ions which required a dedicated infrastructure w.r.t. treatment delivery but also treatment planning.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Students ... can explain the main challenges related to organ motion in planning and delivery of radiation therapy ... can explain and sketch the main technical and medical physics workflow of an ion beam therapy ... transfer the knowledge gained of organ motion in photon therapy to ion beam therapy ... report the workflow and the medical physics principles of brachytherapy

**Literatur:**

Schlegel, Karger, Jäkel: Medizinische Physi, Springer 2018 Strnad, Pötter, Kovacs: Practical Handbook of Brachytherapy, Uni-Med Verlag 2014 Linz: Ion Beam Therapy, Springer 2012 Ott, Issels, Wessalowski: Hyperthermia in Oncology - Principles and Therapeutic Outlook, Uni-Med 2010

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M1 Medical specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Physics (Master of Science)", "Physik (Bachelor of Science)", "Physik (Master of Science)", "Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Special topics of medical physics in radiation therapy (Prüfungsnummer: 76891)  
 Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60  
 Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2023  
 1. Prüfer: Christoph Bert

---

---

**Modulbezeichnung:** **Algorithms of Numerical Linear Algebra (ANLA)** **7.5 ECTS**  
(Algorithms of Numerical Linear Algebra)

Modulverantwortliche/r: Ulrich Rüde  
Lehrende: Ulrich Rüde

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 165 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Algorithms of Numerical Linear Algebra (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Ulrich Rüde)  
Exercises in Algorithms of Numerical Linear Algebra (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Benjamin Mann)

---

**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:**

Students apply solid theoretical knowledge 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Master of Science)", "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, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung der vier Übungsaufgaben. Bei weniger als 30 Teilnehmern findet die Prüfung mündlich statt.

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022, 2. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Ulrich Rüde



**Organisatorisches:**

Lectures and Exercises will be mixed in a flexible way

<b>Modulbezeichnung:</b> Deep Learning (DL) (Deep Learning)	<b>5 ECTS</b>	
Modulverantwortliche/r:	Andreas Maier	
Lehrende:	Andreas Maier	
Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

#### Lehrveranstaltungen:

- Deep Learning (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Andreas Maier)
- Deep Learning Exercises (SS 2022, Übung, 2 SWS, Leonhard Rist et al.)

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

Introduction to Machine Learning

#### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Data Science (Master 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)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Nanotechnologie (Master of Science)" verwendbar.

---

## Studien-/Prüfungsleistungen:

Deep Learning (Prüfungsnummer: 901895)

(englische Bezeichnung: Deep Learning)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

90-minütige schriftliche Prüfung über den Stoff der Vorlesung und der Übungen. Auf Basis der Bewertungen der abgegebenen Übungsaufgaben können bis zu 10 % Bonuspunkte erworben werden, die zu dem Ergebnis einer bestandenen Klausur hinzugerechnet werden.

90 minute written exam about the lecture and the exercises. Based on the scores of the submitted exercises, up to 10% bonus points can be earned, which will be added to the score of a passed exam.

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Andreas Maier

---

<b>Modulbezeichnung:</b> Digitale Signalverarbeitung (DSV) (Digital Signal Processing)	<b>5 ECTS</b>
Modulverantwortliche/r: Walter Kellermann	
Lehrende: Walter Kellermann, Heinrich Löllmann	
Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.
	Turnus: jährlich (WS)
	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Digitale Signalverarbeitung (WS 2021/2022, Vorlesung, 3 SWS, Walter Kellermann)  
 Übung zu Digitale Signalverarbeitung (WS 2021/2022, Übung, 1 SWS, Heinrich Löllmann)  
 Tutorium zu Digitale Signalverarbeitung (WS 2021/2022, optional, Tutorium, 1 SWS, Heinrich Löllmann)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorlesung Signale und Systeme I & II

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational 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)", "Mechatronik (Master 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%

weitere Erläuterungen:

Fernprüfungen werden in begründeten Ausnahmefällen angeboten.

Remote exams will be offered in exceptional cases.

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Walter Kellermann

---

<b>Modulbezeichnung:</b> Digitale Übertragung (DÜ) (Digital Communications)	<b>5 ECTS</b>	
Modulverantwortliche/r:	Robert Schober, Laura Cottatellucci	
Lehrende:	Robert Schober	
Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

#### Lehrveranstaltungen:

- Digitale Übertragung (SS 2022, Vorlesung, 3 SWS, Robert Schober et al.)
- Digitalen Übertragung - Übungen (SS 2022, Übung, 1 SWS, Lukas Brand)

#### 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.

#### 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.

#### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational 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)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Digitale Übertragung (Prüfungsnummer: 35101)

(englische Bezeichnung: Digital Communications)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

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

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Robert Schober

---

---

**Modulbezeichnung:** **Functional Analysis for Engineers (FuncAnEng)** **5 ECTS**  
 (Functional Analysis for Engineers)

Modulverantwortliche/r: Christoph Pflaum  
 Lehrende: Christoph Pflaum

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Functional Analysis for Engineers (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Christoph Pflaum)  
 Recitation of Functional Analysis for Engineers (WS 2021/2022, 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Computational Engineering (Master of Science)", "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 wöchentlichen Übungsaufgaben.

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Christoph Pflaum

---



---

**Modulbezeichnung: Geometrische Modellierung - VU (GM-VU) 5 ECTS**  
 (Geometric Modeling)

Modulverantwortliche/r: Marc Stamminger, Roberto Grosso

Lehrende: Marc Stamminger, Roberto Grosso

---

Startsemester: WS 2021/2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Geometric Modeling (WS 2021/2022, Vorlesung, 3 SWS, Roberto Grosso)

Tutorials to Geometric Modeling (WS 2021/2022, Übung, 1 SWS, Roberto Grosso)

---

**Inhalt:**

Das Modul 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 module 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 B-Splines
- 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "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

Prüfungssprache: Englisch

Erstablesung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

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

---

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

Modulverantwortliche/r: Dietmar Fey

Lehrende: Dietmar Fey, Philipp Holzinger

---

Startsemester: SS 2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: halbjährlich (WS+SS)

Präsenzzeit: k.A. Std.

Eigenstudium: 150 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Heterogene Rechnerarchitekturen Online (SS 2022, Vorlesung, Dietmar Fey 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 hardware-orientated 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, High-Performance- 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 Fast-Fourier-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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (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%

weitere Erläuterungen:

Die Prüfungssprache ist abhängig von der Wahl der Studierenden.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstabelleung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Dietmar Fey

---

<b>Modulbezeichnung:</b> Information Theory and Coding (ITC) (Information Theory and Coding)	<b>5 ECTS</b>
Modulverantwortliche/r: Ralf Müller	
Lehrende: Ralf Müller	
Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.
	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
	Sprache: Englisch

### Lehrveranstaltungen:

Information Theory and Coding (WS 2021/2022, Vorlesung, 3 SWS, Ralf Müller et al.)  
 Tutorial for Information Theory and Coding (WS 2021/2022, Übung, 1 SWS, Ali Beryhi)

### 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 Kanaäle
  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, Pfadzahlen, 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

### Lernziele und Kompetenzen:

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 Quellencodiervverfahren 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational 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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

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: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Channel Coding (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 4 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:**

Digital Communications  
 Information Theory and Coding

---

**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 (asymptotischer) 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-Solomon-Codes gemäß der BCH-Schranke. Sie verstehen die Grundlagen der Decodierung von BCH- und Reed-Solomon-Codes insbesondere des Berlekamp-Massey-Algorithmus. 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), demonstrieren diese beispielhaft und vergleichen sie mit symbolweiser Decodierung (MAPSE).

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 Decodiervorgängen 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 (asymptotic) 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, in particular the Berlekamp-Massey algorithm, 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 and compare them with symbol-by-symbol decoding (MAP/MLSE).

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).

The lecture is held alternately in German or English (winter / summer). The documents provided are only in English. Students 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.

Students should usually be able to convert the algorithms specified into a programming language (C, Matlab, etc.) at this point in their studies. Exercises for this are left to your own initiative.

#### Literatur:

- C. Stierstorfer, R. Fischer, J. Huber: Skriptum 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational 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 abhängig von der Wahl des/der Studenten/-in.

Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023, 2. Wdh.: SS 2023

1. Prüfer: Clemens Stierstorfer

---

---

**Modulbezeichnung:** **Künstliche Intelligenz I (KI I)** **7.5 ECTS**  
 (Artificial Intelligence I)

Modulverantwortliche/r: Michael Kohlhase  
 Lehrende: Michael Kohlhase

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 135 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Artificial Intelligence I (WS 2021/2022, Vorlesung, 4 SWS, Michael Kohlhase)  
 Übungen zu Künstliche Intelligenz I (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Florian Rabe)

---

**Inhalt:**

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

—  
 This module 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. 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Data Science (Bachelor of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "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)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master 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 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Michael Kohlhase

---

---

**Modulbezeichnung:** **Künstliche Intelligenz II (KI II)** **7.5 ECTS**  
 (Artificial Intelligence II)

Modulverantwortliche/r: Michael Kohlhase  
 Lehrende: Michael Kohlhase

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 135 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Artificial Intelligence II (SS 2022, Vorlesung, 4 SWS, Michael Kohlhase)  
 Übungen zu Artificial Intelligence II (SS 2022, Übung, 2 SWS, Florian Rabe)

**Inhalt:**

Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere mit Techniken des Schließens unter Unsicherheit, des maschinellen Lernens und der Sprachverarbeitung. Das Modul baut auf dem Modul Künstliche Intelligenz I vom Wintersemester auf und führt dieses weiter.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Fach- Lern- bzw. Methodenkompetenz

- 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 über die Modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.

Sozialkompetenz

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

This course covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular reasoning under uncertainty, machine learning and (if there is time) natural language understanding. This course builds on the course Artificial Intelligence I from the preceding winter semester and continues it. 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 the and machine learning challenge/competition.

**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. Auflage).

ISBN: 978-3-8273-7089-1.

Literature The course follows the following textbook: Stuart Russell and Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Data Science (Bachelor

of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Künstliche Intelligenz II (Prüfungsnummer: 532733)

(englische Bezeichnung: Artificial Intelligence II)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Prüfung besteht aus einer Klausur (90 Minuten). Auf Basis der Bewertungen der abgegebenen Übungsaufgaben können bis zu 10 % Bonuspunkte erworben werden, die zu dem Ergebnis einer bestandenen Klausur hinzugerechnet werden.

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Michael Kohlhasse

---

---

**Modulbezeichnung:** **Maschinelles Lernen für Zeitreihen (MLTS)** **5 ECTS**  
 (Machine Learning for Time Series)

Modulverantwortliche/r: Dario Zanca, Björn Eskofier, Oliver Amft

Lehrende: Dario Zanca, Björn Eskofier, Oliver Amft, Luis Ignacio Lopera Gonzalez

---

Startsemester: WS 2021/2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Maschinelles Lernen für Zeitreihen (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Björn Eskofier et al.)

Maschinelles Lernen für Zeitreihen Übung (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Leo Schwinn et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

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.

---

**Inhalt:**

Die Vorlesung vermittelt Konzepte des Maschinellen Lernens speziell im Hinblick auf Anwendungen bei Zeitreihen. 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\\_4034949](https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_4034949)

**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

---

### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Maschinelles Lernen für Zeitreihen (Prüfungsnummer: 428256)

(englische Bezeichnung: Machine Learning for Time Series)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Björn Eskofier

---

**Modulbezeichnung:** Pattern Analysis (PA)  
 (Pattern Analysis)

**5 ECTS**

Modulverantwortliche/r: Christian Riess

Lehrende: Christian Riess

Startsemester: SS 2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

**Lehrveranstaltungen:**

Pattern Analysis (SS 2022, Vorlesung, 3 SWS, Christian Riess)

Pattern Analysis Programming (SS 2022, Übung, 1 SWS, Dalia Rodriguez Salas et al.)

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

Pattern Recognition

**Inhalt:**

This module introduces the design of pattern analysis systems as well as the corresponding fundamental mathematical methods. The topics comprise:

- clustering methods: soft and hard clustering
- classification and regression trees and forests
- parametric and non-parametric density estimation: maximum-likelihood (ML) estimation, maximum-a-posteriori (MAP) estimation, histograms, Parzen estimation, relationship between folded histograms and Parzen estimation, adaptive binning with regression trees
- mean shift algorithm: local maximization using gradient ascent for non-parametric probability density functions, application of the mean shift algorithm for clustering, color quantization, object tracking
- linear and non-linear manifold learning: curse of dimensionality, various dimensionality reduction methods: principal component analysis (PCA), multidimensional scaling (MDS), isomaps, Laplacian eigenmaps
- Gaussian mixture models (GMM) and hidden Markov models (HMM): expectation maximization algorithm, parameter estimation, computation of the optimal sequence of states/Viterbi algorithm, forward-backward algorithm, scaling
- Markov random fields (MRF): definition, probabilities on undirected graphs, clique potentials, Hammersley-Clifford theorem, inference via Gibbs sampling and graph cuts

Das Modul führt in das Design von Musteranalysesystemen sowie die zugrundeliegenden mathematischen Methoden ein. Die Vorlesung umfasst im Einzelnen:

- Clustering-Methoden: Soft- und Hard-Clustering
- Klassifikations- und Regressionsbäume/-wälder
- parametrische und nicht-parametrische Dichteschätzung: Verfahren sind ML- und MAP-Schätzung, Histogramme, Parzenschätzung, Zusammenhang gefaltete Histogramme und Parzenschätzung, adaptive Binning mit Regressionsbäumen.
- 'Mean Shift'-Algorithmus: lokale Maximierung durch Gradientenaufstieg bei nicht-parametrischen Dichtefunktionen, Anwendungen des 'Mean Shift'-Algorithmus zum Clustering, Farbquantisierung und Objektverfolgung
- Linear and Non-Linear Manifold Learning: Curse of Dimensionality, Verschiedene Methode zur Dimensionsreduktion: Principal Component Analysis (PCA), Multidimensional Scaling (MDS), Iso-map, Laplacian Eigenmaps
- Gaußsche Mischverteilungsmodelle (GMM) und Hidden-Markov-Modelle (HMM): 'Expectation Maximization'-Algorithmus, Parameterschätzung, Bestimmung der optimalen Zustandsfolge/Viterbi-Algorithmus, Vorwärts-Rückwärts-Algorithmus, Skalierung
- Markov-Zufallsfelder: Definition, Wahrscheinlichkeiten auf ungerichteten Graphen, Cliques-Potenziale, Hammersley-Clifford-Theorem, Inferenz mit Gibbs-Sampling und Graph Cuts

**Lernziele und Kompetenzen:**

The students

- explain the discussed methods for classification, prediction, and analysis of patterns,

- compare and analyze methods for manifold learning and select a suited method for a given set of features and a given problem,
- compare and analyze methods for probability density estimation and select a suited method for a given set of features and a given problem,
- apply non-parametric probability density estimation to pattern analysis problems,
- apply dimensionality reduction techniques to high-dimensional feature spaces,
- explain statistic modeling of feature sets and sequences of features,
- explain statistic modeling of statistical dependencies,
- implement presented methods in Python,
- supplement autonomously the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature,
- discuss the social impact of applications of pattern analysis solutions.

#### Die Studierenden

- erläutern die behandelten Methoden zur Klassifikation, Vorhersage und Analyse von Mustern,
- vergleichen und analysieren Methoden des Manifold Learning und wählen für eine vorgegebene Fragestellung eine geeignete Methode aus,
- vergleichen und analysieren Methoden zur Dichteschätzung und wählen für eine vorgegebene Fragestellung eine geeignete Methode aus,
- wenden nicht-parametrische Dichteschätzung auf Probleme der Musteranalyse an,
- wenden Dimensionsreduktion bei hochdimensionalen Merkmalsräumen an,
- erläutern statistische Modellierung von Merkmalsmengen und Merkmalsfolgen,
- erklären statistische Modellierung abhängiger Größen,
- implementieren vorgestellte Verfahren in Python.
- ergänzen eigenständig mathematische Grundlagen der präsentierten Methoden durch selbstbestimmtes Studium der Literatur
- diskutieren die gesellschaftlichen Auswirkungen von Anwendungen der Musteranalyse

#### Literatur:

Begleitende Literatur / Accompanying literature:

- C. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag, Heidelberg, 2006
- T. Hastie, R. Tibshirani und J. Friedman: The Elements of Statistical Learning, 2nd Edition, Springer Verlag, 2009
- A. Criminisi and J. Shotton: Decision Forests for Computer Vision and Medical Image Analysis, Springer, 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Data Science (Master 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)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Pattern Analysis (Prüfungsnummer: 41201)

(englische Bezeichnung: Oral Examination on Pattern Analysis)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

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

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Christian Riess

---

**Organisatorisches:**

Please join the associated studOn class: <https://www.studon.fau.de/crs2955878.html>

---

**Modulbezeichnung: Pattern Recognition (PR)**  
 (Pattern Recognition)

**5 ECTS**

 Modulverantwortliche/r: Andreas Maier  
 Lehrende: Andreas Maier

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Pattern Recognition (WS 2021/2022, Vorlesung, 3 SWS, Andreas Maier et al.)  
 Pattern Recognition Exercises (WS 2021/2022, Übung, 1 SWS, Paul Stöwer 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 Studierenden

- verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster
- erläutern die mathematischen Grundlagen ausgewählter maschineller Klassifikatoren

- wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsproblem an
- beurteilen unterschiedliche Klassifikatoren in Bezug auf ihre Eignung
- verstehen in der Programmiersprache Python geschriebene Lösungen von Klassifikationsproblemen und Implementierungen von Klassifikatoren

#### 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
- 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Data Science (Bachelor of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Digital Humanities (Master of Arts)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "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)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Pattern Recognition (Prüfungsnummer: 41301)

(englische Bezeichnung: Pattern Recognition)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

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

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Andreas Maier

---

<b>Modulbezeichnung:</b> Reconfigurable Computing (RC-VU) (Reconfigurable Computing)	<b>5 ECTS</b>
Modulverantwortliche/r: Frank Hannig	
Lehrende: Andreas Becher, Frank Hannig	
Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.
	Turnus: jährlich (WS)
	Sprache: Englisch

### Lehrveranstaltungen:

- Reconfigurable Computing (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Frank Hannig)
- Exercises to Reconfigurable Computing (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Jorge A. Echavarría)

### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (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 Exercises) (Prüfungsnummer: 741941)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Oral examination (Duration: 30 min). The oral examination determines the final grade of the module.

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Frank Hannig

---

### 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: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (SAV)** **5 ECTS**  
 (Speech and Audio Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: Walter Kellermann  
 Lehrende: Walter Kellermann,

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Sprach- und Audiosignalverarbeitung (SS 2022, Vorlesung, 3 SWS, Walter Kellermann)  
 Übung zur Sprach- und Audiosignalverarbeitung (SS 2022, Übung, 1 SWS, N.N.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorlesung Signale und Systeme I & II

---

**Inhalt:**

It concentrates on algorithms for speech and audio signal processing with applications in telecommunications and multimedia, especially

- physiology and models for human speech production and hearing: source-filter model, filterbank model of the cochlea, masking effects,
- representation of speech and audio signals: estimation and representation of short-term and long-term statistics in the time and frequency domain as well as the cepstral domain; typical examples and visualizations
- source coding for speech and audio signals: criteria, scalar and vector quantization, linear prediction, prediction of the pitch frequency; waveform coding, parametric coding, hybrid coding, codec standards (ITU, GSM, ISO-MPEG)
- basic concepts of automatic speech recognition (ASR): feature extraction, dynamic time warping, Hidden Markov Models (HMMs)
- basic concepts of speech synthesis: text-to-speech systems, model-based and data-driven synthesis, PSOLA synthesis system
- signal enhancement for acquisition and reproduction: noise reduction, acoustic echo cancellation, dereverberation using single-channel and multichannel algorithms.

Es werden Grundlagen und Algorithmen der Verarbeitung von Sprach- und Audiosignalen mit Anwendungen in Telekommunikation und Multimedia behandelt, insbesondere:

- Physiologie und Modelle der Spracherzeugung und des Hörens: Quelle-Filter-Modell, Filterbank-Modell der Cochlea; Maskierungseffekte;
- Darstellung von Sprach- und Audiosignalen: Schätzung und Darstellung der Kurzzeit- und Langzeitstatistik in Zeit-, Frequenz- und Cepstralbereich; typische Beispiele, Visualisierungen;
- Quellencodierung für Sprache und Audiosignale: Kriterien; skalare und vektorielle Codierung; lineare Prädiktion; Pitchprädiktion; Wellenform-/Parameter-/Hybrid-Codierung; Standards (ITU, GSM, ISO-MPEG)
- Spracherkennung: Merkmalextraktion, Dynamic Time Warping, Hidden Markov Models
- Grundprinzipien der Sprachsynthese: Text-to-Speech Systeme, modellbasierte und datenbasierte Synthese, PSOLA-Synthese
- Signalverbesserung bei Signalaufnahme und -wiedergabe: Geräuschbefreiung, Echokompensation, Enthaltung mittels ein- und mehrkanaliger Verfahren;

**Lernziele und Kompetenzen:**

The students

- understand basic physiological mechanisms of human speech production and hearing and can apply them for the analysis of speech and audio signals
- apply basic methods for the estimation and representation of the short-term and long-term statistics of speech and audio signals and can analyze such signals by means of these methods
- understand current methods for source coding of speech and audio signals and can analyze current coding standards

- verstehen die Grundbausteine von Spracherkennungssystemen und können deren Funktion mittels Rechnersimulation analysieren
- understand the basic principle of text-to-speech systems and can apply fundamental methods for speech synthesis
- can apply basic algorithms for speech enhancement and understand their functionality for real-world data.

#### Die Studierenden

- verstehen die grundlegenden physiologischen Mechanismen der Spracherzeugung und des Hörens beim Menschen und können diese zur Analyse von Sprach- und Audiosignalen anwenden
- wenden die grundlegenden Methoden zur Schätzung und Darstellung der Kurzzeit- und Langzeitstatistik von Sprach- und Audiosignalen an und können diese damit analysieren
- verstehen die aktuellen Methoden zur Quellencodierung von Sprache- und Audiosignalen und können aktuelle Codierstandards analysieren
- verstehen die Grundbausteine von Spracherkennungssystemen und können deren Funktion mittels Rechnersimulation analysieren
- verstehen die Grundprinzipien von Text-to-Speech Systemen und können elementare Algorithmen zur Sprachsynthese anwenden
- können elementare Algorithmen zur Signalverbesserung anwenden und für reale Daten analysieren

#### Literatur:

Gemäß themenbezogenen Angaben in der Lehrveranstaltung

#### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational 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)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Speech and Audio Signal Processing (Prüfungsnummer: 64601)

(englische Bezeichnung: Speech and Audio Signal Processing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabelleung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Walter Kellermann

---

**Modulbezeichnung:** **Statistische Signalverarbeitung (STASIP)** **5 ECTS**  
 (Statistical Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: Walter Kellermann  
 Lehrende: Thomas Haubner, Walter Kellermann

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Statistische Signalverarbeitung (WS 2021/2022, Vorlesung, 3 SWS, Walter Kellermann)  
 Ergänzungen und Übungen zur statistischen Signalverarbeitung (WS 2021/2022, Übung, 1 SWS, Thomas Haubner)

---

**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.

### **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 Studierenden

- 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; Artech House, 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational 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 (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. Fernprüfungen werden in begründeten Ausnahmefällen durchgeführt.

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Walter Kellermann

---

### Organisatorisches:

The course material and the timetable for the lecture and supplement course can be found on StudOn.

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

---

**Modulbezeichnung:** Transformationen in der Signalverarbeitung (TSV) 2.5 ECTS  
 (Transforms in Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: Jürgen Seiler  
 Lehrende: Jürgen Seiler

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Transformationen in der Signalverarbeitung (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Jürgen Seiler)

---

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

Signale und Systeme I  
 Signale und Systeme II

---

**Inhalt:**

Das Modul "Transformationen in der Signalverarbeitung" behandelt mehrere verschiedene Transformationen, die im Rahmen der Signalverarbeitung Verwendung finden. Dabei werden zuerst die grundlegenden Konzepte von Transformationen diskutiert und die Vorteile die Transformationen mit sich bringen erläutert. Im Anschluss daran werden die grundlegenden Eigenschaften von Integraltransformationen betrachtet und die Laplace- und die Fourier-Transformation im Detail untersucht. Um auch zeitlich veränderliche Signale gut transformieren zu können werden danach die Kurzzeit-Fourier-Transformation und die Gabor-Transformation eingeführt. Im Anschluss daran erfolgt eine Betrachtung der Auswirkung der Abtastung auf transformierte Signale, bevor die z-Transformation als Transformation für diskrete Signale behandelt wird. Abschließend erfolgt die Betrachtung weiterer Transformationen für diskrete Signale wie der Diskreten Fourier-Transformation oder linearer Block-Transformationen.

The module "Transforms in Signal Processing" covers several different transforms which are used in the field of signal processing. For this, first the basic concepts of transforms are discussed and the advantages which are offered by the different transforms are presented. Subsequent to this, fundamental properties of integral transforms are considered and the Laplace- and the Fourier-Transform are examined in detail. To be able to transform time-varying signals, the Short-Time Fourier-Transform and the Gabor-Transform are introduced, afterwards. Subsequent to this, the impact of sampling on transformed signals is analyzed before the z-Transform as a transform for discrete signals is covered. Finally, further transforms for discrete signals like the Discrete Fourier-Transform or Linear-Block Transforms are discussed.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden können nach Besuch der Vorlesung

- Anwendungsmöglichkeiten von Transformationen bestimmen
- Integraltransformationen gegenüberstellen und untersuchen
- die Existenz von Transformationen hinterfragen
- die Eindeutigkeit von Transformationen überprüfen
- Sätze und Eigenschaften von Transformationen entwickeln
- zu Transformationen zugehörige inverse Transformationen einschätzen
- die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Transformationen einschätzen
- auf Zusammenhänge zwischen Ausgangssignalen und transformierten Signalen folgern
- Symmetriebeziehungen von Transformationen ausarbeiten
- Zusammenhänge zwischen kontinuierlichen und diskreten Signalen ausarbeiten

Educational Objectives and Competences: After attending the lecture, students will be able to

- determine applications of transforms
- contrast and examine integral transforms
- question the existence of transforms
- evaluate the uniqueness of transforms
- develop theorems and properties of transforms
- evaluate to transforms corresponding inverse transforms

- evaluate the relationships between different transforms
- assess the relationship between original signal and transformed signals
- devise the symmetry properties of transforms
- devise the relationship between continuous and discrete signals

**Literatur:**

K. Krüger, Transformationen - Grundlagen und Anwendungen in der Nachrichtentechnik, Vieweg Verlag, Braunschweig  
B. Girod, R. Rabenstein, A. Stenger, Einführung in die Systemtheorie, B. G. Teubner Verlag, Stuttgart

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Transformationen in der Signalverarbeitung (Prüfungsnummer: 498723)

(englische Bezeichnung: Transforms in Signal Processing)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Gemäß Corona-Satzung wird als alternative Prüfungsform festgelegt: digitale Fernprüfung von 30 Minuten Dauer mittels ZOOM

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Jürgen Seiler

---

**Organisatorisches:**

Die Vorlesungsunterlagen sowie Aufzeichnungen der Vorlesung werden via StudOn semesterbegleitend zur Verfügung gestellt bis ein regulärer Lehrbetrieb wieder möglich ist.

The lecture notes and recordings of each lecture will be provided via StudOn until a regular teaching is possible again.

**Modulbezeichnung: Computergraphik-VU (CG-VU)**  
(Computer Graphics)

**5 ECTS**

Modulverantwortliche/r: Marc Stamminger

Lehrende: Marc Stamminger

Startsemester: WS 2021/2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch und Englisch

**Lehrveranstaltungen:**

Computer Graphics (WS 2021/2022, Vorlesung, 3 SWS, Marc Stamminger)

Übungen zur Computergraphik (WS 2021/2022, Übung, 1 SWS, Marc Stamminger)

**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
- 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Digital Humanities (Master of Arts)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "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)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

#### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Computer Graphics (Prüfungsnummer: 38211)

(englische Bezeichnung: Computer Graphics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Sprache ist abhängig von der Wahl der Studierenden.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Marc Stamminger

Computer Graphics (Prüfungsnummer: 38212)

(englische Bezeichnung: Computer Graphics)

Studienleistung, Übungsleistung

weitere Erläuterungen:

Übung: 50% der schriftlichen Aufgaben, etwa 10 Aufgabenblätter. Die Sprache ist abhängig von der Wahl der Studierenden.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Marc Stamminger

---

**Bemerkungen:**

Vorlesungsunterlagen, Übungsblätter und die Klausur sind in englischer Sprache

---

**Modulbezeichnung:** **Reinforcement Learning (RL)** **5 ECTS**  
 (Reinforcement Learning)

Modulverantwortliche/r: Christopher Mutschler

Lehrende: Christopher Mutschler

---

Startsemester: SS 2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Reinforcement Learning (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Christopher Mutschler)

Reinforcement Learning Übung (SS 2022, Übung, 2 SWS, Christopher Mutschler)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

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.

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

Maschinelles Lernen für Zeitreihen

Pattern Recognition

Deep Learning

---

**Inhalt:**

The lecture aims at teaching Reinforcement Learning (RL) and will cover the following topics:

- Introduction to Reinforcement Learning (Agent-Environment-Interface, Markov Decision Processes)
- Dynamic Programming (Bellman Equations, Value Iteration, Policy Iteration)
- Model-Free Prediction
- Model-Free Control
- Value Function Approximation (Linear VFA and DQNs)
- Policy-based Reinforcement Learning (Monte-Carlo Policy Gradient, Advantage Estimators, TRPO, PPO)
- Model-based RL
- Offline RL
- Explainable RL
- Exploration-Exploitation
- Simulation to Reality Transfer
- Research frontiers & hot topics, Sim2Real & Real-World Applications

**Lernziele und Kompetenzen:**

The students will learn to

- understand the basic principle behind reinforcement decision making problems and how to translate them into a formal model
- compare and analyze methods different agents to search for policies
- implement the presented methods in PyTorch,
- discuss the social impact of applications that automate decision making

**Literatur:**

- Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. 2018. Reinforcement Learning: An Introduction. A Bradford Book, Cambridge, MA, USA.
- Bellman, R.E. 1957. Dynamic Programming. Princeton University Press, Princeton, NJ. Republished 2003: Dover, ISBN 0-486-42809-5.
- Csaba Szepesvari and Ronald Brachman and Thomas Dietterich. 2010. Algorithms for Reinforcement Learning. Morgan and Claypool Publishers.
- Warren B. Powell. 2011. Approximate Dynamic Programming. Wiley.
- Maxim Lapan. 2020. Deep Reinforcement Learning Hands-On: Apply modern RL methods to practical problems of chatbots, robotics, discrete optimization, web automation, and more, 2nd Edition. Packt Publishing.

- Dimitri P. Bertsekas. 2017. Dynamic Programming and Optimal Control. Athena Scientific.
- Miguel Morales. 2020. grokking Deep Reinforcement Learning. Manning.
- Laura Graesser and Keng Wah Loon. 2019. Foundations of Deep Reinforcement Learning: Theory and Practice in Python. Addison-Wesley Data & Analytics.

---

### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Reinforcement Learning (Prüfungsnummer: 31851)

(englische Bezeichnung: Reinforcement Learning)

Prüfungsleistung, schriftlich oder mündlich

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Sollte die Prüfung mündlich stattfinden, kann die Prüfung (abweichend von der Sprache der Vorlesung) nach Wunsch des Studierenden entweder in Deutsch oder in Englisch abgelegt werden. Im Falle einer schriftlichen Prüfung, wird diese in Englisch abgehalten.

If the examination is oral, the examination can be taken (in deviation from the language of the lecture) either in German or in English, according to the student's preference. In case of a written exam, the exam will be held in English.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Christopher Mutschler

---

---

**Modulbezeichnung:** **Data Science Survival Skills (DSSS)** **5 ECTS**  
(Data Science Survival Skills)

Modulverantwortliche/r: Andreas Kist  
Lehrende: Andreas Kist

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Data Science Survival Skills (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Andreas Kist et al.)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

It is recommended to have prior knowledge of the programming language Python (e.g. through GSProg or SciProgPy) and first exposure to data.

**Inhalt:**

Data Scientists need a comprehensive toolbox for their work. This consists for example of data acquisition, data cleaning, data processing and data visualization. In this course, we highlight good practices and approaches, and provide intensive hands-on experience.

In particular, this course covers:

- Data handling and storage
- Lossy and lossless data compression
- Data acquisition and API usage
- Data visualization in scientific figures and movies
- Data analysis platforms
- Multithreading and multiprocessing
- Code vectorization and just-in-time compilation
- Code profiling
- Prototyping Graphical User Interfaces
- Workflow optimization techniques

**Lernziele und Kompetenzen:**

Students

- will be able to create own code for working with data
- can carry out research projects in data science
- can apply code optimization strategies
- can design own graphical user interfaces for convenient interaction with data
- can produce high-quality data visualization as needed for scientific publications

**Literatur:**

- Edward Tufte: The Visual Display of Quantitative Information
- Cole Nussbaum Knaflic: Storytelling with data
- Wes McKinney: Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython
- Gabriele Lanaro: Python High Performance
- Micha Gorelick, Ian Ozsvald: High Performance Python
- Alan D Moore: Mastering GUI Programming with Python

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Data Science (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Data Science Survival Skills (Prüfungsnummer: 76771)

(englische Bezeichnung: Oral exam)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

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

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Andreas Kist, 2. Prüfer: Andreas Kist

---

---

**Modulbezeichnung:** **Inertial Sensor Fusion (ISF)** **5 ECTS**  
 (Inertial Sensor Fusion)

Modulverantwortliche/r: Thomas Seel  
 Lehrende: Thomas Seel

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Inertial Sensor Fusion (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Thomas Seel et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Participants should be familiar with fundamentals of linear algebra. It is advantageous but not required to have some prior knowledge on linear dynamic systems or basic probability theory.

---

**Inhalt:**

This module is concerned with inertial sensor technologies and sensor fusion methods for motion tracking of aerial/ground/water vehicles, robotic systems and human body segments. Participants will become familiar with the design and application of methods and algorithms for sensor fusion and analysis of inertial measurement data. This includes methods to estimate the orientation and position of moving objects in three-dimensional space as well as methods for calculating joint angles or segmenting human motion. Since most of the considered applications are feedback-controlled systems, the course focuses on real-time-capable algorithms. The methods will be applied to application data during designated computer exercises that are integrated into the course.

Topics include, but are not limited to:

- Basic principles of gyroscopes, accelerometers and magnetometers
- Error characteristics of MEMS-based inertial measurement units
- Application: Gait phase detection by foot-worn inertial sensors
- Quaternions and other representations of 3D rotations
- Orientation estimation from inertial measurement data
- Application: Position tracking/retrieval of an unmanned aerial vehicle
- Joint angle estimation from inertial measurement data
- Application: Real-time motion tracking of a robotic actuator
- Kalman filtering methods for linear and nonlinear systems
- Probabilistic sensor fusion and Bayesian state estimation
- Identification of kinematic parameters from inertial measurement data
- Application: Human body motion tracking by wearable inertial sensors

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Students are able to employ inertial sensor technologies and sensor fusion methods for applications in research and industry.
- They are capable of understanding and handling the complexity of inertial sensor data and have command of a versatile set of methods for real-time processing of inertial measurements.
- They are able to track the orientation and position of an unmanned aerial vehicle.
- They are able to track the motion of multi-link kinematic chains, e.g. robotic actuators or human limbs, in three dimensional space.

**Literatur:**

- Woodman, O.J. An Introduction to Inertial Navigation; University of Cambridge, Computer Laboratory: Cambridge, UK, 2007.
- T. Seel, M. Kok, R. McGinnis, "Inertial Sensors - Applications and Challenges in a Nutshell", Sensors 2020, 20, 6221.
- M. Kok, J. D. Hol, and T. B. Schön, "An optimization-based approach to human body motion capture using inertial sensors," IFAC Proceedings Volumes, vol. 47, no. 3, pp. 79 - 85, Jan. 2014.

- B. Taetz, G. Bleser, and M. Miezal, "Towards self-calibrating inertial body motion capture," in 2016 19th International Conference on Information Fusion (FUSION), Jul. 2016, pp. 1751 - 1759.
- D. Lehmann, D. Laidig, and T. Seel, "Magnetometer-free motion tracking of one-dimensional joints by exploiting kinematic constraints," Proceedings on Automation in Medical Engineering, vol. 1, no. 1, pp. 027 - 027, 2020.
- D. Laidig, D. Lehmann, M.-A. Bégin, and T. Seel, "Magnetometer-free realtime inertial motion tracking by exploitation of kinematic constraints in 2-dof joints," 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), pp. 1233 - 1238, 2019.
- M. Caruso, A.M. Sabatini, D. Laidig, T. Seel, M. Knaflitz, U. DellaCroce, A. Cereatti. Analysis of the Accuracy of Ten Algorithms for Orientation Estimation Using Inertial and Magnetic Sensing under Optimal Conditions: One Size Does Not Fit All. Sensors, 21 (7):2543, 2021.
- E. A. Wan and R. Van Der Merwe, "The unscented kalman filter for nonlinear estimation," in Proceedings of the IEEE 2000 Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium (Cat. No.00EX373), Oct 2000, pp. 153 - 158.
- J. Steinbring and U. D. Hanebeck, "S2kf: The smart sampling kalman filter," in Proceedings of the 16th International Conference on Information Fusion, 2013, pp. 2089 - 2096.
- A. Solin, S. Särkkä, J. Kannala, and E. Rahtu, "Terrain navigation in the magnetic landscape: Particle filtering for indoor positioning," 05 2016, pp. 1 - 9.

---

#### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Data Science (Bachelor of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Inertial Sensor Fusion (Prüfungsnummer: 23581)

(englische Bezeichnung: Written Exam ISF)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Answering the questions requires understanding of the concepts taught throughout the course and the ability to apply these concepts to specific example problems. The exam contains multiple-choice questions. It counts 100% of the course grade. By submitting small homework assignments, up to 20% of bonus points can be obtained, which will be added to the result of the exam.

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Thomas Seel

---



<b>Modulbezeichnung:</b> Parallele Systeme (PSYS-VU) (Parallel Systems)	<b>5 ECTS</b>	
Modulverantwortliche/r:	Jürgen Teich	
Lehrende:	Jürgen Teich, Frank Hannig	
Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

### Lehrveranstaltungen:

- Parallele Systeme (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Frank Hannig et al.)
- Übung zu Parallele Systeme (SS 2022, Übung, 2 SWS, Frank Hannig)

### Inhalt:

Aktuelle PCs verfügen über Mehrkernprozessoren und Grafikkarten, die wiederum aus hunderten von einfachen Prozessoren bestehen können. Hierdurch wird ein hohes Maß an nebenläufiger Datenverarbeitung möglich, welche bis vor einigen Jahren nur in Großrechnern erreicht werden konnte. Die effiziente Ausnutzung dieser Parallelität bedarf allerdings mehr als nur mehrerer Prozessoren, insbesondere muss das zu lösende Problem Parallelverarbeitung erlauben. In dieser Vorlesung werden Eigenschaften unterschiedlicher paralleler Rechnerarchitekturen und Metriken zu deren Beurteilung behandelt. Weiterhin werden Modelle und Sprachen zum Programmieren paralleler Rechner eingeführt. Neben der Programmierung von allgemeinen Parallelrechnern werden Entwurfsmethoden (CAD) vorgestellt, wie man ausgehend von einer algorithmischen Problemstellung ein massiv paralleles Rechenfeld in VLSI herleiten kann, das genau dieses Problem optimal parallel berechnet. Solche Schaltungen spielen auf der Bit- bzw. Wortebene eine dominante Rolle (Arithmetik) sowie bei Problemen der Signal- und Bildverarbeitung (z.B. Filter). Schwerpunkt der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundlagen der parallelen Datenverarbeitung.

Im Einzelnen werden behandelt:

1. Theorie der Parallelität (parallele Computermodelle, parallele Spezifikationsformen und -sprachen, Performanzmodelle und -berechnung)
2. Klassifikation paralleler und skalierbarer Rechnerarchitekturen (Multiprozessoren und Multicomputer, Vektorrechner, Datenflussmaschinen, VLSI-Rechenfelder)
3. Programmierbare System-on-Chip (SoC) und Mehrkern-Architekturen (Grafik-Prozessoren, Cell, etc.)
4. Programmierung paralleler Rechner (Sprachen und Modelle, Entwurfsmethoden und Compiler, Optimierung)
5. Massive Parallelität: Vom Algorithmus zur Schaltung

*Today's PCs consist of multi-core processors and graphics cards that again comprise hundreds to thousands of simple processors. As a result of this, a very high degree of parallel data processing becomes possible, which was subjected to supercomputers a couple of years ago. The efficient exploitation of parallel processing requires not only multiple processors but also parallelism inherent in the problem to be solved. In this lecture, properties of different parallel computer architectures and corresponding quality metrics are examined. Further, models and parallel programming languages are introduced. In addition to programming general parallel computers, design methods (CAD) are presented that systematically transform an algorithmic problem description into a massive parallel processor array (VLSI), which can optimally execute the given problem in parallel. Such highly parallel circuits play an essential role at the bit level and circuit level (arithmetics) as well as in the case of signal processing and image processing (e.g., filter). The focus of this lecture are foundations of parallel data processing.*

*In detail, the following topics are covered:*

1. *Theory of parallelism (parallel models of computation, parallel specification and parallel languages, performance models)*
2. *Classification of parallel and scalable computer architectures (multi-processors and multi-computers, vector computers, data-flow machines, VLSI processor arrays)*
3. *Programmable System-on-Chip (SoC) and multi-core architectures (graphics processors, Cell, etc.)*

4. Programming of parallel computers (languages and models, design methods and compiler, optimization)

5. Massive parallelism: From algorithm to circuit

### Lernziele und Kompetenzen:

#### Fachkompetenz

##### Verstehen

- Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte der parallelen Datenverarbeitung, sowohl theoretischer Art anhand von Modellen, als auch an Architekturbeispielen. / *The students become familiar with the fundamentals of parallel data processing, theoretic in the form of models as well as by architecture examples.*

##### Anwenden

- Die Studierenden setzen sich mit modernen eingebetteten parallelen Ein-Chip-Architekturen auseinander. / *The students get familiar with modern embedded parallel system-on-chip architectures.*
- Die Studierenden wenden grundlegende Performanzmodelle und Parallelisierungstechniken zur Analyse und Optimierung von parallelen Algorithmen und Architekturen an. / *The students exercise basic performance models and parallelization techniques for the analysis and optimization of parallel algorithms and architectures.*
- Die Studierenden setzen die Modellierung und den Entwurf von massiv-parallelen Prozessorfeldern in konkreten Aufgaben selbstständig um. / *In concrete tasks, the students apply independently the modeling and the design of massively parallel processors arrays.*

### Literatur:

Siehe Webseite: <https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/parallelsysteme/>

### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Parallele Systeme (Prüfungsnummer: 35101)

(englische Bezeichnung: Parallel Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

- Die Modulnote ergibt sich aus der Prüfungsleistung.
- Ein Wechsel der Prüfungsform von einer Klausur zu einer mündlichen Prüfung ist in Ausnahmefällen (siehe § 16 ABMPO/TechFak) auch nach Semesterbeginn noch möglich. In diesem Fall werden die Studierenden spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn informiert.
- Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch. Die Unterrichts- und Prüfungssprache hängt von den Sprachkenntnissen und Präferenzen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ab und wird dementsprechend innerhalb der ersten zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn festgelegt.

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Jürgen Teich, 2. Prüfer: Frank Hannig

**Organisatorisches:**

Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Parallele Systeme mit erweiterter Übung (PSYS-VEU)“ aus.

**Bemerkungen:**

auch für Computational Engineering

---

**Modulbezeichnung:** **Scientific Visualization (SciVis)** **5 ECTS**  
 (Scientific Visualization)

Modulverantwortliche/r: Tobias Günther  
 Lehrende: Tobias Günther

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Scientific Visualization (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Tobias Günther)  
 Tutorials to Scientific Visualization (SS 2022, Übung, 2 SWS, Tobias Günther et al.)

---

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

Algorithmen und Datenstrukturen

---

**Inhalt:**

The amount of data, generated in the pursuit of scientific discovery, keeps rapidly increasing across all major scientific disciplines. How can we make sense of large, time-dependent, high-dimensional and multi-variate data? This lecture provides an introduction into scientific visualization. Throughout the course, we cover the fundamental perception basics needed to convey information accurately. After categorizing different data types based on their dimensionality, we dive deeper into specific techniques for scalar, vector and tensor valued data. To facilitate the discovery of patterns and to support the communication of findings, we further elaborate on data reduction, feature extraction, and interactive exploration.

The lecture covers the following topics:

- a review of scalar and vector calculus
- data structures and data types
- direct and indirect scalar field visualization
- geometry-based, feature-based and topology-based vector field visualization
- glyph-based tensor field visualization
- uncertainty and multi-variate data visualization

**Lernziele und Kompetenzen:**

Students are able to:

- classify data and select appropriate visualization techniques
- calculate differential properties of scalar and vector fields
- identify features in scalar and vector-valued data
- implement numerical extraction algorithms
- learn the advantages and disadvantages of common visualization techniques
- use perceptual basics to select appropriate visualization methods
- explain and apply common interaction and data exploration paradigms

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA))

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)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Scientific Visualization (Prüfungsnummer: 37221)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

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

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Tobias Günther

---

---

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

Modulverantwortliche/r: Anne Koelewijn  
 Lehrende: Anne Koelewijn

---

Startsemester: WS 2021/2022	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 2021/2022, 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

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

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstabledung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Anne Koelewijn

---

---

**Modulbezeichnung:** **Auditory Models (AudMo)** **2.5 ECTS**  
(Auditory Models)

Modulverantwortliche/r: Bernd Edler  
Lehrende: Bernd Edler

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Auditory Models (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Bernd Edler)

---

**Inhalt:**

- Main components of the human auditory system
- Common models
- Mechanical models
- Physiological models
- Psychoacoustic models
- Applications (hearing aids, audio coding, . . . )

**Lernziele und Kompetenzen:**

Goals

- Students understand the structure and function of the human auditory system
  - Students gain deeper insight into psychoacoustic phenomena, such as masking, directional and spatial hearing
  - Students implement and evaluate perceptual models for various applications
  - Students collaborate with scientists in the fields of audiology and neuroscience
- 

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (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:**

Auditory Models (Prüfungsnummer: 68851)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Gemäß Corona-Satzung wird als alternative Prüfungsform festgelegt: Digitale Fernprüfung von 30 Minuten Dauer mittels ZOOM.

Die Prüfung kann wahlweise in Deutsch oder Englisch abgelegt werden.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Bernd Edler

---



---

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

Modulverantwortliche/r: Björn Eskofier  
 Lehrende: Björn Eskofier

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Biomedizinische Signalanalyse (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Björn Eskofier)  
 Biomedizinische Signalanalyse Übung (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Björn Eskofier)

---

**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

- geben die Entstehung und Messung der wichtigsten Biosignale des menschlichen Körpers wieder
- erkennen Zusammenhänge zwischen der Entstehung der Biosignale des menschlichen Körper und dem gemessenen Signal
- verstehen die Bedeutung der Biosignalverarbeitung für die Medizintechnik
- analysieren die wesentlichen Ursachen von Artefakten in Biosignalen und zeigen Filteroperationen zur Eliminierung dieser Artefakte auf
- wenden erworbenes Wissen über Methoden selbstständig auf interdisziplinäre Fragestellungen der Medizin und der Ingenieurwissenschaften an
- erwerben Schnittstellenkompetenzen zwischen Ingenieurwissenschaften und Medizin
- erlernen fachbezogene Inhalte klar wiederzugeben und argumentativ zu vertreten
- verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster
- arbeiten in Gruppen kooperativ und verantwortlich
- implementieren Algorithmen der Biosignalverarbeitung in MATLAB
- lösen Klassifikationsprobleme in MATLAB

Students

- reproduce the generation and measurement of important biosignals of the human body
- recognize relations between the generation of biosignals and the measured signal
- understand the importance of biosignal analysis for medical engineering
- analyze and provide solutions to the key causes for artifacts in biosignals
- apply gained knowledge independently to interdisciplinary research questions of medicine and engineering science
- acquire competences between medicine and engineering science

- learn how to reproduce and argumentatively present subject-related content
- understand the structure of systems for automatic classification of simple patterns
- work cooperatively and act responsibly in groups
- implement biosignal processing algorithms in MATLAB
- solve classification problems in MATLAB

#### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Data Science (Bachelor of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsinformatik (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; Elektronische Prüfung; Fernprüfung.

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Björn Eskofier

---

---

**Modulbezeichnung:** **Computer Architectures for Medical Applications (CAMA)** **5 ECTS**  
 (Computer Architectures for Medical Applications)

Modulverantwortliche/r: Dietmar Fey  
 Lehrende: N.N., Gerhard Wellein

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Computer Architectures for Medical Applications (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Dietmar Fey et al.)  
 Übung zu Computer Architectures for Medical Applications (SS 2022, Übung, Simon Pfenning et al.)

---

**Inhalt:**

Basiskomponenten eines Rechners

- Grundlagen der Architektur von Prozessoren (GPGPU, homogene und heterogene Multi-/Vielkern-Prozessoren)
- RISC-/CISC-Prozessoren
- Speicherarchitektur und -hierarchie (Caches, Arbeitsspeicher, Hintergrundspeicher)
- Parallele Programmierung
- Leistungsmmodellierung von Multicore- und Parallelerechnern
- Umsetzung eines CT-algorithmus auf GPUs und Multi-Core-Rechnern

**Lernziele und Kompetenzen:**

Fachkompetenz

Wissen

Studierende können Wissen abrufen und wiedergeben. Sie kennen konkrete Einzelheiten wie Begriffe, Definitionen, Fakten, und Abläufe in einem Prozessor darlegen.

Verstehen

Studierende können Beispiele für Rechnerarchitekturen anführen, sie sind in der Lage, Schaubilder von Prozessoren zu interpretieren und die Abläufe in eigenen Worten zu beschreiben.

Anwenden

Studierende können beim Erstellen eigener Programme durch Transfer des Wissens über Interna von Prozessorarchitekturen Optimierungen hinsichtlich des Laufzeitverhaltens vornehmen.

Analysieren

Studierende können zwischen verschiedenen Varianten von Lösungen einer Prozessorarchitektur klassifizieren, die Gründe für durchgeführte Entwurfsentscheidungen erschließen, Unterscheide gegenüberstellen und gegeneinander bewerten.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Studierende erwerben die Fähigkeit selbstständig Programme zur Durchführung einer Beispiel CT-Analyse auf Parallelprozessoren zu erstellen.

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Computer Architectures for Medical Applications (Prüfungsnummer: 41451)

(englische Bezeichnung: Computer Architectures for Medical Applications)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Dietmar Fey

---

**Modulbezeichnung:** **Image and Video Compression (IVC)** **5 ECTS**  
(Image and Video Compression)

Modulverantwortliche/r: André Kaup

Lehrende: André Kaup, Fabian Brand

Startsemester: SS 2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

**Lehrveranstaltungen:**

Image and Video Compression (SS 2022, Vorlesung, 3 SWS, André Kaup)

Übung Image and Video Compression (SS 2022, Übung, 1 SWS, Fabian Brand)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Modul „Signale und Systeme II“ und das Modul „Nachrichtentechnische Systeme“

**Inhalt:**

**Multi-Dimensional Sampling**

Sampling theorem revisited, 2D sampling, spatiotemporal sampling, motion in 3D sampling

**Entropy and Lossless Coding**

Entropy and information, variable length codes, Huffman coding, unary coding, Golomb coding, arithmetic coding

**Statistical Dependency**

Joint entropy and statistical dependency, run-length coding, fax compression standards

**Quantization**

Rate distortion theory, scalar quantization, Lloyd-Max quantization, entropy coded scalar quantization, embedded quantization, adaptive quantization, vector quantization

**Predictive Coding**

Lossless predictive coding, optimum 2D linear prediction, JPEG-LS lossless compression standard, differential pulse code modulation (DPCM)

**Transform Coding**

Principle of transform coding, orthonormal transforms, Karhunen-Loève transform, discrete cosine transform, bit allocation, compression artifacts

**Subband Coding**

Principle of subband coding, perfect reconstruction property, discrete wavelet transform, bit allocation for subband coding

**Visual Perception and Color**

Anatomy of the human eye, sensitivity of the human eye, color spaces, color sampling formats

**Image Coding Standards**

JPEG and JPEG2000

**Interframe Coding**

Interframe prediction, motion compensated prediction, motion estimation, motion compensated hybrid coding

**Video Coding Standards**

H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2 / H.262, H.264 / MPEG-4 AVC, H.265 / MPEG-H HEVC

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- veranschaulichen die mehrdimensionale Abtastung und den Einfluss darauf durch Bewegung im Videosignal
- unterscheiden und bewerten verschiedene Verfahren zur verlustfreien Codierung von Bild- und Videodaten
- verstehen und analysieren Verbundentropie und statistische Abhängigkeiten in Bild- und Videodaten
- berechnen skalare und vektorielle Quantisierer nach unterschiedlichen Optimierungsvorgaben (minimaler mittlerer quadratischer Fehler, entropiecodiert, eingebetteter Quantisierer)
- bestimmen und evaluieren optimale ein- und zwei-dimensionale lineare Prädiktoren

- wenden Prädiktion und Quantisierung sinnvoll in einem gemeinsamen DPCM-System an
- verstehen das Prinzip und die Effekte von Transformations- und Teilbandcodierung für Bilddaten einschließlich optimaler Bitzuteilungen
- beschreiben die Grundzüge der menschlichen visuellen Wahrnehmung für Helligkeit und Farbe
- analysieren Blockschaltbilder und Wirkungsweisen hybrider Coder und Decoder für Videosignale
- kennen die maßgeblichen internationalen Standards aus ITU und MPEG zur Bild- und Videokompression.

The students

- visualize multi-dimensional sampling and the influence of motion within the video signal
- differentiate and evaluate different methods for lossless image and video coding
- understand and analyze mutual entropy and statistical dependencies in image and video data
- determine scalar and vector quantization for different optimization criteria (minimum mean square error, entropy coding, embedded quantization)
- determine and evaluate optimal one-dimensional and two-dimensional linear predictor
- apply prediction and quantization for a common DPCM system
- understand the principle and effects of transform and subband coding for image data including optimal bit allocation
- describe the principles of the human visual system for brightness and color
- analyze block diagrams and the functioning of hybrid coders and decoders for video signals
- know the prevailing international standards of ITU and MPEG for image and video compression.

**Literatur:**

J.-R. Ohm, „Multimedia Communications Technology“, Berlin: Springer-Verlag, 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational 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 (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:**

Image and Video Compression (Prüfungsnummer: 63101)

(englische Bezeichnung: Image and Video Compression)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: André Kaup

---

**Modulbezeichnung:** **Interventional Medical Image Processing** **5 ECTS**  
**(Online-Kurs) (IMIP)**  
 (Interventional Medical Image Processing (online course))

Modulverantwortliche/r: Andreas Maier

Lehrende: Celia Martín Vicario, Arpitha Ravi, Luis Carlos Rivera Monroy

Startsemester: SS 2022

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) (SS 2022, Vorlesung, 4 SWS, Andreas Maier et al.)

---

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

Diagnostic Medical Image Processing (VHB-Kurs)

---

**Inhalt:**

English Version:

This module 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 module 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 module covers geometric calibration algorithms for single view calibration, epipolar geometry, and factorization. The last part of the module covers non-rigid registration based on variational methods and motion-compensated image reconstruction.

Deutsche Version:

Das Modul 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.

Das Modul 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 Top-Down-Ansätzen wie aktiven Formmodellen. Darüber hinaus deckt die Vorlesung auch geometrische Kalibrierungsalgorithmen zur Einzelansicht-Kalibrierung, Epipolargeometrie und Faktorisierung ab. Der letzte Teil des Moduls 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 Teilnehmenden

- 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 Registrierungsmethoden mit Hilfe von Variationsrechnung und unterschiedlichen Regularisierern.
- 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "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)", "Wirtschaftsinformatik (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: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Andreas Maier

---



---

**Modulbezeichnung: Magnetic Resonance Imaging 1 (MRI1)** **5 ECTS**  
(Magnetic Resonance Imaging 1)

Modulverantwortliche/r: Frederik Laun

Lehrende: Andreas Maier, Frederik Laun, Armin Nagel

---

Startsemester: WS 2021/2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Magnetic Resonance Imaging 1 (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Frederik Laun et al.)

Magnetic Resonance Imaging 1 - Übung (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Frederik Laun et al.)

---

**Inhalt:**

In this module, the physical and technical basics of MRI are taught in detail. The principles of data acquisition are explained and various examples are shown. Imperfections in the data acquisition lead to image artifacts that cannot be avoided in all cases. Strategies for detecting and avoiding image artifacts are explained. One of the great strengths of MRI in medical diagnostics is the ability to acquire images with different contrasts. The origin of the frequently used T1 and T2 weighted image contrasts is discussed in detail. Various MRI sequence techniques are also discussed."

**Lernziele und Kompetenzen:**

The participants

- understand the principles, properties and limits of basic MRI techniques
- develop the ability to choose an appropriate basic MRI sequence and to set up the corresponding sequence parameters for a range of basic applications
- are able to explain MRI techniques, algorithms and concepts of the lecture to other engineers.

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Magnetic Resonance Imaging 1 (Prüfungsnummer: 122337)

(englische Bezeichnung: Magnetic Resonance Imaging 1)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

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

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Laun/Maier/Nagel (M30001)

---

---

**Modulbezeichnung:** **Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung (MRI2+Ü)** **5 ECTS**  
 (Magnetic Resonance Imaging 2 + Exercises)

Modulverantwortliche/r: Frederik Laun

Lehrende: Frederik Laun, Andreas Maier, Armin Nagel

---

Startsemester: SS 2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Magnetic Resonance Imaging 2 (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Frederik Laun et al.)

Magnetic Resonance Imaging 2 - Übung (SS 2022, Übung, Frederik Laun et al.)

---

**Inhalt:**

In der Vorlesung werden fortgeschrittene Techniken der Magnetresonanztomographie (MRT) erklärt. Vorausgesetzt werden Kenntnisse über Grundlagen des Gebietes, wie sie z.B. in der Vorlesung „Magnetic resonance imaging 1“ behandelt werden (Blochgleichungen, T1- und T2-Wichtung, Schichtselektion, k-Raum-Kodierung). U.a. folgende Themen werden behandelt: Echoplanare Bildgebung; Bildgebung des Flusses, der Perfusion, der Diffusion, der magnetischen Suszeptibilität; funktionelle MRT; Ultrahochfeld-MRT; CEST-Bildgebung; MRT-Technik; Beschleunigungsverfahren, z.B. parallele Bildgebung; Angiographie; Bewegungskompensation.

The lecture covers advanced topics in magnetic resonance imaging (MRI). Knowledge about the basic principles of MRI are required as they are covered in the lecture „Magnetic Resonance Imaging 1“ (Bloch equations, T1 and T2 weighting, slice selection, k-space encoding). I.a. the following topics will be treated: echo planar imaging; imaging of flow, perfusion, diffusion, magnetic susceptibility; functional MRI; ultrahigh field MRI; chemical exchange saturation transfer imaging; MRI technique; acceleration methods, e.g. parallel imaging; angiography; motion compensation.

**Lernziele und Kompetenzen:**

The participants

- understand the principles, properties and limits of advanced MRI techniques
  - develop the ability to adapt basic principles of MRI to advanced MRI techniques
  - are able to explain MRI techniques, algorithms and concepts of the lecture to other engineers.
- 

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung (Prüfungsnummer: 568977)

(englische Bezeichnung: Magnetic Resonance Imaging 2 + Exercises)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Laun/Maier/Nagel (M30001)

---

**Bemerkungen:**

This course will be a hybrid course. The lecture will be presented face-to-face in the ZMPT lecture hall and via Zoom on Fridays from 2 to 4 pm. Additionally, the presentation will be recorded and provided on studon. The same holds true for the exercise group meetings, which take

place on Thursdays from 2 to 4 pm. The StudOn course can be accessed without password. <https://www.studon.fau.de/crs2561112.html>

<b>Modulbezeichnung:</b> <b>Visual Computing in Medicine (VCMed)</b> (Visual Computing in Medicine)	<b>5 ECTS</b>
Modulverantwortliche/r: Peter Hastreiter, Thomas Wittenberg	
Lehrende: Peter Hastreiter, Thomas Wittenberg	
Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 2 Semester
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.
	Turnus: jährlich (WS)
	Sprache: Englisch

### Lehrveranstaltungen:

- Visual Computing in Medicine 1 (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Peter Hastreiter et al.)
- Visual Computing in Medicine 2 (SS 2022, Vorlesung, Thomas Wittenberg et al.)

### 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-, Tensorarten
- erhalten an einfachen Beispielen einen ersten Eindruck, wie sich Visualisierung zur Steuerung von

Bildanalyseverfahren und für die medizinische Diagnostik einsetzen lässt

The 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 nichtstarrten 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "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%

Erstablesung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Thomas Wittenberg

---

---

**Modulbezeichnung:** **Wearable and Implantable Computing (WIC)** **5 ECTS**  
 (Wearable and Implantable Computing)

Modulverantwortliche/r: Oliver Amft

Lehrende: Oliver Amft, und Mitarbeiter/innen

---

Startsemester: WS 2021/2022	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 WPF-DS-MA ab 1. FS  
 Wearable and Implantable Computing (WS 2021/2022, 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.

*Evaluiieren (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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

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

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Wearable and Implantable Computing (Prüfungsnummer: 403776)

(englische Bezeichnung: Wearable and Implantable Computing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Abgabe von Berichten zu allen Übungsaufgaben ist Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung.

Die Klausur findet als Fernprüfung statt.

Submitting reports for all exercises is compulsory to be accepted for the exam. The exam will be carried out as a remote exam.

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: WS 2021/2022

1. Prüfer: Oliver Amft

---



---

**Modulbezeichnung:** **Diagnostic Medical Image Processing** **5 ECTS**  
**(VHB-Kurs) (DMIP-VHB)**  
 (Diagnostic Medical Image Processing (VHB course))

Modulverantwortliche/r: Andreas Maier

Lehrende: Luis Carlos Rivera Monroy, Arpitha Ravi, Celia Martín Vicario

Startsemester: SS 2022

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) (SS 2022, Vorlesung, 4 SWS, Andreas Maier et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Ingenieurmathematik

---

**Inhalt:**

English version:

The contents of the module comprise basics about medical imaging modalities and acquisition hardware. Furthermore, details on acquisition-dependent preprocessing are covered for image intensifiers, flat-panel 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.

Deutsche Version:

Die Inhalte des Moduls 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.

**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 module to other engineers.

Deutsche Version: Die Teilnehmenden

- 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 des Moduls anderen Studierenden 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)",

"Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "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)", "Wirtschaftsinformatik (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: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Andreas Maier

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: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Andreas Maier

---

---

**Modulbezeichnung:** **Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (INS)** **5 ECTS**  
 (Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology)

Modulverantwortliche/r: Alessandro Del Vecchio, Daniela Souza de Oliveira, Assistenten  
 Lehrende: Alessandro Del Vecchio

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (SS 2022, Vorlesung, 3 SWS, N.N.)

---

**Inhalt:**

Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering

How the central nervous system controls muscle forces; Neurons, upper and lower motoneurons, Cortical and brainstem function, Interneurons and Motor Units. Neuroengineering applications for studying the neural control of movement; invasive and non-invasive recordings, electrical stimulation of the nervous system.

Module: Electrophysiology Generation of an action potential; Hodgkin - Huxley model, difference between intracellular and extracellular action potential, sparsity of the action potential in a matrix of electrodes. Recording electrophysiological data in humans; examples of EMG and EEG recordings.

Module: Applications to Human/Machine Interfaces Biosignal processing; data with high temporal resolution, identification of individual neurons, associations between neuronal discharge times and behaviour; control of prosthetic devices from EMG signals in amputees and neurodegenerative and neurotraumatic diseases.

Module: Applications to Neurophysiology Neuronal encoding of behaviour; motor unit physiology in humans; motoneuron properties, longitudinal assessment of neuronal function. Module: MATLAB / Python practical coursework Extraction of neural information from electrophysiological signals; associations of information between electrophysiological signals and behavioural data; Experiment in humans.

**Lernziele und Kompetenzen:**

The students will acquire in-depth skills in the acquisition, analysis, and interpretation of electrophysiological data with a specific focus on human recordings in health and pathological conditions (e.g., spinal cord injury, stroke, and Parkinson's disease). The goal of this course is to teach the current methods in man/machine interfaces and neurophysiological applications. The course will provide information on the neural circuitries that determine coordinated movement. The specific focus is on the motor system that regulates skilled motor behaviour. We will study the physiological pathways of the motor system and the effect of neurodegenerative diseases that affect this system. Ultimately, this course will give students a robust overview of how to use electrophysiology in order to assist individuals with neural impairments.

**Literatur:**

- Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD
  - Motor unit from Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087
  - Surface Electromyography, Physiology, Engineering, and Applications Edited by Roberto Merletti and Dario Farina
  - Neural Engineering, Edited by Bin He
  - Tutorial: Analysis of motor unit discharge characteristics from high-density surface EMG signals, Del Vecchio et al. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426>
  - Restoring sensorimotor function through intracortical interfaces: progress and looming challenges, Bensmaia and Miller <https://www.nature.com/articles/nrn3724>
-

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (Prüfungsnummer: 41561)

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

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

Erstabelleung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Alessandro Del Vecchio

---

**Modulbezeichnung:** **Computational Magnetic Resonance Imaging (Computational MRI)** **5 ECTS**  
 (Computational Magnetic Resonance Imaging)

Modulverantwortliche/r: Florian Knoll

Lehrende: Bruno Riemenschneider, Florian Knoll

Startsemester: WS 2021/2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

### Lehrveranstaltungen:

Computational Magnetic Resonance Imaging Vorlesung (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Florian Knoll)

Computational Magnetic Resonance Imaging Uebung (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Florian Knoll et al.)

### Inhalt:

Computational Magnetic Resonance Imaging provides a deeper look into computational and machine learning methods for the inverse problem of MRI data acquisition and image reconstruction. It is organized as a series of lectures with accompanying programming exercises. In the exercises, students will use Matlab or Python and PyTorch to implement and test the different methods discussed in class. Topics covered will include but are not limited to:

- Recap of MR signal and encoding, Fourier imaging
- Introduction to the inverse problem of imaging
- Partial Fourier imaging
- Parallel imaging
- Compressed sensing
- Machine Learning in MRI

### Lernziele und Kompetenzen:

After completing this course, students will be able to:

- Understand the theory and algorithms of MR data acquisition and image reconstruction
- Apply them themselves in real-world MR imaging tasks

### Literatur:

Z.P. Liang. Constrained Reconstruction Methods in MR Imaging. [http://mri.beckman.illinois.edu/resources/liang\\_1992\\_constrained\\_imaging\\_review.pdf](http://mri.beckman.illinois.edu/resources/liang_1992_constrained_imaging_review.pdf)

D. Nishimura. Principles of Magnetic Resonance Imaging. <https://www.lulu.com/en/us/shop/dwight-nishimura/principles-of-magnetic-resonance-imaging/paperback/product-1nqdq4j2.html?page=1&pageSize=4>

M. Bernstein. Handbook of MRI Pulse Sequences. <https://www.amazon.com/Handbook-Pulse-Sequences-Matt-Bernstein/dp/0120928612>

### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

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

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Computational Magnetic Resonance Imaging (Prüfungsnummer: 31091)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Grade will be determined by a 30 Min oral exam at the end of the course.

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Florian Knoll

Computational Magnetic Resonance Imaging (Prüfungsnummer: 31092)

Studienleistung, Übungsleistung, Dauer (in Minuten): 30

weitere Erläuterungen:

Students can receive bonus points during the practical exercises.

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Florian Knoll

---

---

**Modulbezeichnung: Numerische Neurotechnologie (Neurotech)** **5 ECTS**  
(Computational Neurotechnology)

Modulverantwortliche/r: Tobias Reichenbach  
Lehrende: Tobias Reichenbach

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 56 Std.	Eigenstudium: 94 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Numerische Neurotechnologie - Vorlesung (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Tobias Reichenbach)  
Numerische Neurotechnologie - Übung (SS 2022, Übung, 2 SWS, Tobias Reichenbach)  
**Numerische Neurotechnologie**

---

**Inhalt:**

Foundations of Computational Neuroscience and the processing of neural signals. Applications in the areas of artificial neural networks, Brain-Machine-Interfaces (BCIs) and neural prosthesis.

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Can understand the principles of the analysis of neural signals
- Can apply information theory for the description of neural activity
- Can perform simulations of the dynamics of single neurons as well as of neural networks
- Can evaluate different approaches to construct Brain-Machine-Interfaces (BCIs)
- Can explain concepts for the design of neural prosthesis

**Literatur:**

Dayan, Peter, and Laurence F. Abbott. Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems. Computational Neuroscience Series, 2001.  
Gerstner, Wulfram, et al. Neuronal dynamics: From single neurons to networks and models of cognition. Cambridge University Press, 2014.  
Oweiss, Karim G., ed. Statistical signal processing for neuroscience and neurotechnology. Academic Press, 2010.  
Maurits, Natasha. From neurology to methodology and back: an introduction to clinical neuroengineering. Springer Science & Business Media, 2011.  
Clément, Claude. Brain-Computer Interface Technologies. Springer International Publishing, 2019.  
DiLorenzo, Daniel J., and Joseph D. Bronzino, eds. Neuroengineering. CRC Press, 2007.

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA))

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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie (Prüfungsnummer: 42001)  
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60  
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023  
1. Prüfer: Tobias Reichenbach

---

---

**Modulbezeichnung:** **Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (ADS)** **5 ECTS**  
 (Architectures for Digital Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: Georg Fischer

Lehrende: Torsten Reißland, Georg Fischer

---

Startsemester: SS 2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Georg Fischer)

Übungen zu Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (SS 2022, Übung, 2 SWS, Torsten Reißland)

---

**Inhalt:**

Content:

- Basic algorithms of signal processing (FFT, windowing, digital FIR and IIR-filters)
- Non-idealities of digital filters (quantization of filter coefficients, fixed-point arithmetic)
- CORDIC-architectures
- Architectures of systems with multiple sampling rates (conversion between different sampling rates)
- Digital signal generation
- Measures of performance improvement (pipelining)
- Architecture of digital signal processors
- Applications

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Die Studierenden erlangen Grundlagenkenntnisse der Signaltheorie und können zeit- und wertkontinuierliche sowie zeit- und wertdiskrete Signale im Zeit- und Frequenzbereich definieren und erklären
- Die Studierenden sind in der Lage, ein klassisches Echtzeitsystem zur digitalen Signalverarbeitung konzeptionieren und die Einzelkomponenten nach den Anforderungen zu dimensionieren
- Die Studierenden erlangen einen Überblick über Vor- und Nachteile analoger sowie digitaler Signalverarbeitung
- Die Studierenden verstehen die Theorie der Fourier-Transformation und sind in der Lage, die Vorteile der Fast-Fourier-Transformation in der digitalen Signalverarbeitung zu verstehen und anzuwenden
- Die Studierenden können digitale Filter dimensionieren und beurteilen

Learning objectives and competencies:

Students

-can obtain fundamentals of signal theory and can define as well time-continuous and value-continuous as time-discrete and value-discrete signals in time and frequency domain

-can construct a realtime digital signal processing system and dimension its components according requirements

-can review pros and cons of analogue versus digital signal processing

-can apply fourier transformation and illustrate the advantages of fast fourier transformation in the context of digital signal processing

-can dimension digital filters and evaluate their performance

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)"



Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Architekturen der digitalen Signalverarbeitung\_ (Prüfungsnummer: 60101)

(englische Bezeichnung: Architectures for Digital Signal Processing\_)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Prüfung in elektronischer Form (Multiple-Choice sowie Freitextaufgaben); electronic exam (procedure: multiple-choice and free text)

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023, 2. Wdh.: SS 2023

1. Prüfer: Georg Fischer

---

---

**Modulbezeichnung:** **Body Area Communications (BAC)** **2.5 ECTS**  
 (Body Area Communications)

Modulverantwortliche/r: Georg Fischer  
 Lehrende: Georg Fischer

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Body Area Communications (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Georg Fischer)

---

**Inhalt:**

Contents: The Lecture and exercise deals with the following topics:

- Introduction to Body Area Communications
- Electromagnetic Characteristics of Human Body
- Electromagnetic Analysis Methods
- Body Area Channel Modeling
- Modulation/Demodulation
- Body Area Communication Performance
- Electromagnetic Compatibility Consideration

**Lernziele und Kompetenzen:**

Learning objectives

- Students understand the challenges in designing Body Area Communication (BAC) systems
- Students can conduct basic design decisions with BAC systems, like frequency and modulation selection
- Students understand electromagnetic wave propagation in bodies
- Students understand the frequency dependent loss and propagation behavior of electromagnetic waves
- Students can analyze the communication performance of a BAC system
- Students can evaluate Electromagnetic Compatibility of a BAC system
- Students can assess the field strength inside body and relate it to regulatory limits like SAR (Specific Absorption rate), frequency dependent maximum electrical and magnetic field strength
- Students can sketch block diagrams of BAC systems
- Students can derive channel models for BAC

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Body Area Communications (Prüfungsnummer: 816185)

(englische Bezeichnung: Body Area Communications)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Prüfungssprache nach Wahl der Studierenden

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Georg Fischer

---

**Organisatorisches:**

Die Unterrichtssprache wird in der ersten Sitzung der Vorlesung festgelegt.

The language of instruction is decided upon at the first meeting

<b>Modulbezeichnung:</b> Human Computer Interaction (HCI) (Human Computer Interaction)	<b>5 ECTS</b>	
Modulverantwortliche/r: Björn Eskofier		
Lehrende: Björn Eskofier		
Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

### Lehrveranstaltungen:

- Human Computer Interaction (SS 2022, Vorlesung, 3 SWS, Björn Eskofier)
- Human Computer Interaction Exercises (SS 2022, Übung, 1 SWS, Madeleine Flaucher)

### Inhalt:

Das Modul vermittelt Konzepte, Prinzipien, Modelle, Methoden und Techniken für die effektive Entwicklung von benutzerfreundlichen Mensch-Computer-Schnittstellen. Das Thema moderner Benutzungsschnittstellen wird dabei für klassische Computer aber auch für mobile Geräte, eingebettete Systeme, Automobile und intelligente Umgebungen betrachtet.

Die folgenden Themen werden im Modul behandelt:

- Einführung in die Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion, historische Entwicklung
- Entwurfsprinzipien und Modelle für moderne Benutzungsschnittstellen und interaktive Systeme
- Informationsverarbeitung des Menschen, Wahrnehmung, Motorik, Eigenschaften und Fähigkeiten des Benutzers
- Interaktionskonzepte und -stile, Metaphern, Normen, Regeln und Style Guides
- Ein- und Ausgabegeräte, Entwurfsraum für interaktive Systeme
- Analyse-, Entwurfs- und Entwicklungsmethoden und -werkzeuge für Benutzungsschnittstellen
- Prototypische Realisierung und Implementierung von interaktiven Systemen, Werkzeuge
- Architekturen für interaktive Systeme, User Interface Toolkits und Komponenten
- Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung

Contents: Aim of the module is to teach basic knowledge of concepts, principles, models, methods and techniques for developing highly user-friendly Human Computer Interfaces. Beyond traditional computer system the topic of modern user interfaces is also discussed in the context of automobile and intelligent environments, mobile devices and embedded systems.

This module addresses the following topics:

- Introduction to the basics of Human Computer Interaction
- Design principles and models for modern user interfaces and interactive systems
- Information processing of humans, perception, motor skills, properties and skills of the users
- Interaction concepts, metaphors, standards, norms and style guides
- In- and output devices, design space for interactive systems
- Analysis-, design- and development methodologies and tools for easy to use user interfaces
- Prototypic implementation of interactive systems
- Architectures for interactive systems, User Interface Toolkits and components
- Acceptance, evaluation methods and quality assurance

### Lernziele und Kompetenzen:

- Studierende entwickeln ein Verständnis für Modelle, Methoden und Konzepte der Mensch-Computer-Interaktion.
- Sie lernen verschiedene Ansätze für den Entwurf, die Entwicklung und Bewertung von Benutzungsschnittstellen kennen und verstehen deren Vor- und Nachteile.
- Die Teilnahme an der Veranstaltung versetzt Studierende in die Lage, einen Entwicklungsprozess in der Mensch-Computer-Interaktion zu verstehen und umzusetzen.
- Sie werden weiterhin in die Lage versetzt, dies vor dem Hintergrund der Informationsverarbeitungsfähigkeit, Wahrnehmung und Motorik des Benutzers zu gestalten.
- Schlussendlich werden Methoden der Evaluation sowie Akzeptanz- und Qualitätssicherung erlangt.

Learning Objectives and Competences:

- Students develop an understanding for models, methods and concepts in the field of Human-Computer Interaction.
- They learn different approaches for designing, developing and evaluating User Interfaces and their advantages and disadvantages.
- Joining the course enables students to understand and execute a development process in the area of Human-Computer Interaction.
- Student will be able to do an UI evaluation by learning basics about information processing, perception and motoric skills of the user.
- Additionally, appropriate evaluation method as well as acceptance and quality assurance aspects will be learned.

---

### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Data Science (Bachelor of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Digital Humanities (Master of Arts)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "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)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Human Computer Interaction (Prüfungsnummer: 645618)

(englische Bezeichnung: Human Computer Interaction)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Je nach Pandemielage: elektronische Präsenzprüfung oder elektronische Fernprüfung mit Videoaufsicht

Depending on the development of the pandemic: e-exam (on-site) or remote exam with video monitoring

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Björn Eskofier

---

### Organisatorisches:

Folien zur Vorlesung und Organisation über StudOn.

Organisation and slides via StudOn.

<b>Modulbezeichnung:</b> Knowledge Discovery in Databases (KDD) (Knowledge Discovery in Databases)	<b>2.5 ECTS</b>
Modulverantwortliche/r: Richard Lenz	
Lehrende: Richard Lenz	
Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.
	Turnus: jährlich (SS)
	Sprache: Englisch

### Lehrveranstaltungen:

Knowledge Discovery in Databases (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Dominik Probst et al.)

### Inhalt:

- Why data mining?
- What is data mining?
- A multi-dimensional view of data mining
- What kinds of data can be mined?
- What kinds of patterns can be mined?
- What technologies are used?
- What kinds of applications are targeted?
- Major issues in data mining
- A brief history of data mining

### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen den typischen KDD-Prozess;
- kennen Verfahren zur Vorbereitung von Daten für das Data Mining;
- definieren Distanz- oder Ähnlichkeits-Funktionen auf einem speziellen Datenbestand;
- überprüfen Attribute eines Datensatzes auf ihre Bedeutung für die Analyse hin und transformieren ggf. Attributwerte geeignet;
- wissen, wie ein typisches Data Warehouse aufgebaut ist;
- kennen die Definition von Distanz- bzw. Ähnlichkeitsfunktionen für die verschiedenen Typen von Attributen;
- sind vertraut mit dem Prinzip des Apriori-Algorithmus zur Bestimmung von Mengen häufiger Elemente (frequent itemsets);
- kennen den FP-Growth-Algorithmus zum schnellen Auffinden von Mengen häufiger Elemente;
- geben die Definitionen von Support und Confidence für Assoziationsregeln wieder;
- beschreiben die Ermittlung von Assoziationsregeln auf der Basis von Mengen häufiger Elemente;
- sind in der Lage, die Vorgehensweise bei Klassifikationsaufgaben darzustellen;
- legen dar, wie ein Entscheidungsbaum auf einem Trainingsdatensatz erzeugt wird;
- stellen das Prinzip der Bayes'schen Klassifikation dar;
- zählen verschiedene Clustering-Verfahren auf;
- beschreiben den Ablauf von k-Means-Clustering;
- kennen die verschiedenen Arten von Ausreißern.

The students:

- know the typical KDD process;
- know procedures for the preparation of data for data mining;
- know the definition of distance or similarity functions for the different kinds of attributes;
- define distance and similarity functions for a particular dataset;
- check attributes of a dataset for their meaning with reference to an analysis and transform attribute values accordingly, if required.
- know how a typical data warehouse is structured;
- are familiar with the principle of the Apriori algorithm for the identification of frequent itemsets;
- know the FP-growth algorithm for a faster identification of frequent itemsets;
- present the definitions of support and confidence for association rules;
- describe the construction of association rules based on frequent itemsets;

- are capable of describing the course of action in classification tasks;
- present the construction of a decision tree based on a training dataset;
- present the principle of Bayes' classification;
- enumerate different clustering procedures;
- describe the steps of k-means clustering;
- know the different kinds of outliers.

#### Literatur:

The lecture is based on the following book:

- J. Han, M. Kamber, and J. Pei, Data Mining: Concepts and Techniques, 3rd. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2011, ISBN: 0123814790

Also interesting and related textbooks are:

- A. Géron, Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow : concepts, tools, and techniques to build intelligent systems, 2nd ed. O'Reilly Media, 2017, ISBN: 978-1491962299
- H. Du, Data Mining Techniques and Applications: An Introduction. Cengage Learning EMEA, May 2010, p. 336, ISBN: 978-1844808915
- I. H. Witten, E. Frank, M. A. Hall, et al., Data Mining, Fourth Edition: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 4th. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2016, ISBN: 0128042915

---

#### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

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

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Knowledge discovery in databases (Prüfungsnummer: 392229)

(englische Bezeichnung: Knowledge discovery in databases)

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

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

Erstabelleung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Richard Lenz

---

---

**Modulbezeichnung:** **Lasers in Healthcare Engineering (LASHE)** **2.5 ECTS**  
 (Lasers in Healthcare Engineering)

Modulverantwortliche/r: Florian Klämpfl  
 Lehrende: Florian Klämpfl

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 45 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Lasers in Healthcare Engineering (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

---

**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%

Erstablesung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Michael Schmidt, 2. Prüfer: Florian Klämpfl

---

**Bemerkungen:**

Lasertechnik für Master Medizintechnik



---

**Modulbezeichnung:** **Medical Imaging System Technology (MISysT)** **5 ECTS**  
 (Medical Imaging System Technology)

Modulverantwortliche/r: Wilhelm Dürr  
 Lehrende: Wilhelm Dürr

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Medical Imaging System Technology (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Wilhelm Dürr)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Basic knowledge in these fields is recommended:

- Principles of medical imaging systems
  - Electromagnetic fields
  - Electric and acoustic wave propagation
  - Experimental physics
- 

**Inhalt:**

Röntgens Entdeckung "einer neuen Art von Strahlen" im Jahr 1885 war der Beginn der teilweise spektakulären Entwicklung der bildgebenden medizinischen Diagnostik. Neue Erkenntnisse und Entwicklungen, insbesondere in der Physik, führten zu konsequenten Anwendungen im Bereich der Medizin. So entstanden die folgenden (bedeutendsten) bildgebenden Verfahren: Röntgen, nuklearmedizinische Bildgebung, Sonographie, Röntgen-Computer-Tomographie und Magnetresonanz-Tomographie. Nach einem Überblick zur historischen Entwicklung und zu den erforderlichen physikalischen und systemtheoretischen Grundlagen werden die einzelnen Verfahren vorgestellt. Neben der Erläuterung des Funktionsprinzips liegt jeweils der Schwerpunkt bei der technischen Umsetzung. Biologische, physikalische und technische Grenzen werden aufgezeigt. Anhand von Applikationsbeispielen wird das heute Mögliche dargestellt.

Contents

Röntgen´s discovery of "a new kind of ray" about 100 years ago was the beginning of the partially spectacular development of imaging systems for medical diagnosis. New knowledge and developments, especially in physics, led to consequent applications in the area of medicine. Over time, there developed the following (most significant) medical imaging techniques: roentgenography, nuclear medical imaging, sonography, X-ray computer tomography and magnetic resonance tomography. After an overview of the historical developments and some basic physics concerning radiation and dose, the individual techniques of the imaging modalities will be discussed in detail. Following the description of the functional principles, the point of concentration will lie in the technical realization. Biological, physical and technical limits are to be described. What is possible today is to be shown through examples in application.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- kennen die technischen und physikalischen Grundlagen von Röntgengeräten, nuklearmedizinische Bildgebung, Sonographie, Röntgen-Computer-Tomographie und Magnetresonanz-Tomographie.
- verstehen den Aufbau und Funktion bildgebender Verfahren der Medizintechnik und können diese beschreiben und erläutern.
- vergleichen Möglichkeiten und diskutieren Vor- und Nachteile verschiedener bildgebender Verfahren je nach medizinischer Applikation.

Learning Goals

Students

- know the basics of physics and technology of X-ray systems, nuclear medical imaging, sonography, X-ray computer tomography and magnetic resonance technology
- can describe and explain the functioning of medical imaging systems

- are familiar with the application spectrum and can discuss advantages and disadvantages of the various modalities.

**Literatur:**

Fercher, A.F.: Medizinische Physik. Springer-Verlag, 1992

Oppelt, A. (Ed.), Imaging Systems for Medical Diagnostics. Publicis 2005

Rosenbusch, G., Oudkerk, M., Amman, E.: Radiologie in der medizinischen Diagnostik. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin 1994

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Medical Imaging System Technology (Prüfungsnummer: 800224)

(englische Bezeichnung: Medical Imaging Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

***According to the regulations concerning deviations from degree programme and examination regulations digital online examinations via ZOOM (30 Minutes) have been defined as an alternative form for examinations.***

***Gemäß Corona-Satzung wird als alternative Prüfungsform festgelegt: digitale Fernprüfung von 30 Minuten Dauer mittels ZOOM.***

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Wilhelm Dürr

---

**Modulbezeichnung:** **Molecular Communications (MolCom)** **5 ECTS**  
 (Molecular Communications)

Modulverantwortliche/r: Robert Schober  
 Lehrende: Robert Schober

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Molecular Communications (WS 2021/2022, Vorlesung, 4 SWS, Robert Schober)  
 Tutorial for Molecular Communications (WS 2021/2022, 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (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 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Robert Schober

---

---

**Modulbezeichnung:** **Optical Technologies in Life Science (OTLS)** **5 ECTS**  
 (Optical Technologies in Life Science)

Modulverantwortliche/r: Sebastian Schürmann

Lehrende: Sebastian Schürmann, Oliver Friedrich, Maximilian Waldner

---

Startsemester: WS 2021/2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Optical Technologies in Life Science (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Sebastian Schürmann et al.)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Grundkenntnisse im Bereich Optik und Zellbiologie
- 

**Inhalt:**

- Anwendungen optischer Messmethoden im Bereich der Zellbiologie und Medizin
- Mikroskopie: Grundlegende Konzepte und Kontrastverfahren, Auflösungsvermögen und Grenzen, Aufbau und Komponenten von Lichtmikroskopen, Fluoreszenz-Mikroskopie
- Anwendungen von Fluoreszenz-Mikroskopie im Life Science Bereich, Verfahren zur Markierung biologischer Strukturen und Vorgänge in Zellen
- Epifluoreszenz-, Konfokal-, Multiphotonen-Mikroskopie, Konzepte und Anwendungsbeispiele
- Optische Endoskopie und Endomikroskopie in Forschung und Klinik
- Super-Resolution Mikroskopie, Konzepte und Anwendungsbeispiele für optische Bildgebung jenseits der beugungsbedingten Auflösungsgrenze

+

**Content**

- Application of optical methods in the field of cell biology and medicine
- Microscopy: Basic concepts, methods to enhance contrast, optical resolution and limits, components and setup of light microscopes, fluorescence microscopy
- Applications of fluorescence microscopy in life sciences, methods for labeling of biological structures and cellular processes
- Epi-fluorescence, confocal and multiphoton microscopy, concepts and application examples
- Optical endoscopy and endomicroscopy in research and clinics
- Super-resolution microscopy, concepts and applications for optical imaging beyond the diffraction limit of resolution

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- verstehen die grundlegenden Konzepte und technische Umsetzung optischer Technologien im Bereich Life Sciences und kennen typische Anwendungsbeispiele
- können verschiedene technische Ansätze im Hinblick auf wissenschaftliche Fragestellungen vergleichen und bewerten
- können Vor- und Nachteile verschiedener Technologien, sowie konzeptionelle und praktische Limitationen einschätzen und bei der Analyse wissenschaftlicher Ansätze und Ergebnisse berücksichtigen
- können selbstständig vertiefende Informationen zu technischen Lösungen, Materialien und Methoden im Bereich der Mikroskopie und Spektroskopie sammeln, strukturieren, und für die zielgerichtete Planung wissenschaftlicher Experimente auswählen
- können wissenschaftliche Fragestellungen und technische Ansätze in Kleingruppen kritisch diskutieren und gemeinschaftlich Ansätze zur Beantwortung von Forschungsfragen mit Hilfe optischer Technologien entwickeln

+

### Learning objectives and competences:

Students

- understand the basic concepts and specific technical approaches to optical technologies in life sciences and identify typical applications examples.
- can analyze and compare different technical approaches to scientific research questions.
- can summarize advantages and disadvantages of different technologies and assess theoretical and practical limitations with regard to experimental approaches and results.
- can find, collect and structure in-depth information on technical solutions, materials and methods in the areas of microscopy and spectroscopy, in order to plan scientific experiments.

### Literatur:

- Michael W. Davidson et al: Microscopy Primer, <http://micro.magnet.fsu.edu>, umfassendes Online-Lehrwerk über grundlegende Mikroskopieverfahren und neuesten technischen Entwicklungen
- Bruce Alberts: Molecular Biology of the Cell, 4th Edition, New York, Garland Science Publisher. Standardlehrwerk für die Zellbiologie.
- Ulrich Kubitschek: Fluorescence Microscopy: from Principles to Biological Applications, Wiley-VCH Verlag.
- Douglas Chandler & Robert Roberson: Bioimaging: Current Concepts in Light and Electron Microscopy, Jones and Bartlett Publishers.

---

### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

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

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Optical Technologies in Life Science (Prüfungsnummer: 57301)

(englische Bezeichnung: Optical Technologies in Life Science)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Oliver Friedrich

---

### Organisatorisches:

Englischsprachige Lehrveranstaltung

Kombinierte Vorlesung & Übung im Umfang von 4 SWS

Prüfungsleistung: Schriftliche Klausur (120 min.)

---

**Modulbezeichnung: Security in Embedded Hardware (SEH)** **5 ECTS**  
 (Security in Embedded Hardware)

Modulverantwortliche/r: Jürgen Teich  
 Lehrende: Jürgen Teich

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Security in Embedded Hardware (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Jürgen Teich)  
 Übung zu Security in Embedded Hardware (SS 2022, Übung, 2 SWS, Jürgen Teich)

---

**Inhalt:**

Der Schutz eingebetteter Systeme gegenüber Angriffe Dritter auf gespeicherte Daten und Implementierungen, stellt eine immer wichtigere, jedoch auch durch zunehmende Vernetzung herausfordernde Aufgabe dar. Der Schutz der eingebetteten Systeme gegenüber bekannten als auch neueren ausgeklügelten Angriffsmöglichkeiten ist Gegenstand dieser Vorlesung. Es wird gezeigt, welche Angriffe existieren, welche Gegenmaßnahmen man ergreifen kann und wie man sichere eingebettete Systeme entwirft.

Einleitung und Motivation

- Was ist Security?
- Die Bedeutung von Security für zuverlässige Systeme
- Klassifikation von Angriffen
- Entwurf eingebetteter Systeme

Angriffsszenarien

- Beispiele von Angriffsszenarien
  - Kryptographischer Algorithmen als Ziel von Angriffen
- Angriffe durch Einschleusen von Code (Code Injection Attacks)
- Welche Arten von Code Injection-Angriffe gibt es?
  - Gegenmaßnahmen

Invasive physikalische Angriffe (Invasive Physical Attacks)

- Microprobing
  - Reverse Engineering
  - Differential Fault Analysis
  - Gegenmaßnahmen
- Nichtinvasive softwarebasierte Angriffe (Non-Invasive Logical Attacks)

- Erlangen von nicht autorisiertem Zugriff
- Gegenmaßnahmen

Nichtinvasive physikalische Angriffe (Non-Invasive Physical Attacks)

- Abhören
- Seitenkanalangriffe
- Gegenmaßnahmen

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

- Die Studierenden legen die entsprechenden Gegenmaßnahmen dar
- Die Studierenden nennen verschiedene Sicherheitseinrichtungen und -maßnahmen in eingebetteten Systemen

*Verstehen*

- Die Studierenden zeigen den Einfluss von Angriffen und deren Gegenmaßnahmen auf die Verlässlichkeit eines eingebetteten Systems auf
- Die Studierenden zeigen den zusätzlichen Aufwand (Fläche, Rechenzeit) von Sicherheitseinrichtungen auf

*Analysieren*

- Die Studierenden klassifizieren verschiedene Angriffstypen auf eingebettete Systeme

#### Sozialkompetenz

- Die Studierenden erarbeiten kooperativ in Gruppen Lösungskonzepte und implementieren diese gemeinsam

#### Literatur:

- Catherine H. Gebotys Security in Embedded Devices. Springer 2010.
- Benoit Badrignans et al. Security Trends for FPGAs. Springer 2011.
- Daniel Ziener Techniques for Increasing Security and Reliability of IP Cores Embedded in FPGA and ASIC Designs. Dr. Hut 2010.

---

#### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Security in Embedded Hardware (Prüfungsnummer: 172338)

(englische Bezeichnung: Security in Embedded Hardware)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

- Die Modulnote ergibt sich aus der Prüfungsleistung.
- Ein Wechsel der Prüfungsform von einer Klausur zu einer mündlichen Prüfung ist in Ausnahmefällen (siehe § 16 ABMPO/TechFak) auch nach Semesterbeginn noch möglich. In diesem Fall werden die Studierenden spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn informiert.

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Jürgen Teich

---

---

**Modulbezeichnung:** Image Processing in Optical Nanoscopy (IPNano) 5 ECTS  
 (Image Processing in Optical Nanoscopy)

Modulverantwortliche/r: Harald Köstler  
 Lehrende: Harald Köstler, Gerald Donnert

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Image Processing in Optical Nanoscopy (WS 2021/2022, 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 sparse coding and deep learning methods. Additionally one makes use of information about the imaging system. The algorithms are applied to optical imaging and implemented in Matlab or Python.

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Students are able to implement image processing algorithms in Matlab.
- They can differentiate between different methods of high-resolution microscopy.
- They can validate image processing algorithms on real data.

**Literatur:**

The relevant scientific literature are current publications that are provided during the course.

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

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 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Harald Köstler

---

**Organisatorisches:**

Interessenten melden sich per Mail bei harald.koestler@fau.de



<b>Modulbezeichnung:</b> Digital Health (Digital Health) (Digital Health)	<b>5 ECTS</b>	
Modulverantwortliche/r:	Oliver Amft	
Lehrende:	Oliver Amft, Luis Ignacio Lopera Gonzalez	
Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

### Lehrveranstaltungen:

WPF-DS-MA ab 1. FS

Digital Health (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Anwesenheitspflicht, Oliver Amft et al.)

### Inhalt:

Digital health is a branch of digital medicine that integrates and leverages multisource and multimodal data for medical knowledge extraction and decision support across a wide range of preventive, diagnostic, and therapeutic applications. The course starts by introducing the basic properties of medically relevant data sources and their different modalities. The course introduces the medical benefits of using ubiquitous technologies for data collection, in particular, between hospital visits. The process of medical data integration in clinical information systems and in digital health applications ("Digitale Gesundheitsanwendungen", DGA) is discussed. The German DGA regulations and their consequences are introduced, in particular relating to digital health application qualification and data privacy. Privacy preserving techniques are discussed and applied. Subsequently, data interpretation in telemedicine and digital biomarker design are analysed regarding context recognition and personalisation methods and algorithms. Decision support systems are dissected regarding their components and data analysis algorithms. Finally, the concept, realisation, and application of digital health twins in medicine is developed. The exercises will include practical experiments and implementation tasks, e.g. smartphone apps, 3D digital twin modelling, and data analysis for decision support.

### Lernziele und Kompetenzen:

Learning goals and competences:

- Understand the data sources and modalities in digital medicine.
- Understand the German DGA regulation and issues relating to data privacy.
- Understand the processes of data integration in clinical information systems and DGAs.
- Apply ubiquitous technology (ambient, mobile, wearable, implantable) for digital health.
- Apply context recognition and personalisation methods to qualify ubiquitous system data.
- Apply data-based privacy preserving techniques (obfuscation) in DGAs (Smartphone apps).
- Design and implement digital biomarkers based on multimodal data.
- Design and apply digital health twins.
- Design medical decision support systems based on multimodal data.

### Literatur:

Up-to-date literature recommendations are provided during the lectures.

### 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

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

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Digital Health (Prüfungsnummer: 68341)

Prüfungsleistung, elektronische Prüfung, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Abgabe von Berichten zu allen Übungsaufgaben ist Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung.

Submitting all exercise reports is compulsory to be accepted for the exam.

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Oliver Amft

---

**Bemerkungen:**

Online via Zoom and videos via StudOn. Grading: e-exam in written form (online, 60 min).

**Modulbezeichnung:** Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (IVMSP) **5 ECTS**  
(Image, Video, and Multidimensional Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: André Kaup  
Lehrende: André Kaup

Startsemester: WS 2021/2022      Dauer: 1 Semester      Turnus: jährlich (WS)  
Präsenzzeit: 60 Std.      Eigenstudium: 90 Std.      Sprache: Englisch

**Lehrveranstaltungen:**

Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, André Kaup)  
Übung zu Bild-, Video- und mehrdimensionaler Signalverarbeitung (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Andreas Spruck)

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorlesung Signale und Systeme I und II

**Inhalt:**

**Punktoperationen**

Histogrammausgleich, Gamma-Korrektur

**Binäroperationen**

Morphologische Filter, Erosion, Dilatation, Opening, Closing

**Farbräume**

Trichromat, RGB- Farbraum, HSV-Farbraum

**Mehrdimensionale Signale und Systeme**

Theorie mehrdimensionaler Signale und Systeme, Impulsantwort, lineare Bildfilterung, Leistungsspektrum, Wiener Filter

**Interpolation von Bildsignalen**

Bilineare Interpolation, Bicubische Interpolation, Spline Interpolation

**Merkmalsdetektion in Bildern**

Bildmerkmale, Kantendetektion, Hough Transformation, Harris Ecken Detektor, Texturmerkmale, Grauwertematrix

**Skalierungsraumdarstellung**

LoG, DoG, SIFT, SURF

**Bildabgleich**

Projektive Abbildungen, Blockabgleich, Optischer Fluss, Merkmalsbasierter Abgleich mittels SIFT und SURF, RANSAC

**Bildsegmentierung**

Amplituden Schwellenwertermittlung, K-Means Clustering, Bayes Klassifikation, Regionen-basierte Segmentierung, kombinierte Segmentierung und Bewegungsschätzung, zeitliche Segmentierung von Videos

**Bildverarbeitung im Transformationsbereich**

Unitäre Transformation, Karhunen-Loeve Transformation, separable Transformationen, Haar und Hadamard Transformation, DFT, DCT

**Content:**

**Point operations**

Histogram equalization, gamma correction

**Binary operations**

Morphological filters, erosion, dilation, opening, closing

**Color spaces**

Trichromacy, red-green-blue color spaces, color representation using hue, saturation and value of intensity

**Multidimensional signals and systems**

Theory of multidimensional signals and systems, impulse response, linear image filtering, power spectrum, Wiener filtering

### **Interpolation of image signals**

Bi-linear interpolation, bi-cubic interpolation, spline interpolation

### **Image feature detection**

Image features, edge detection, Hough transform, Harris corner detector, texture features, co-occurrence matrix

### **Scale space representation**

Laplacian of Gaussian, difference of Gaussian, scale invariant feature transform, speeded-up robust feature transform

### **Image matching**

Projective transforms, block matching, optical flow, feature-based matching using SIFT and SURF, random sample consensus algorithm

### **Image segmentation**

Amplitude thresholding, k-means clustering, Bayes classification, region-based segmentation, combined segmentation and motion estimation, temporal segmentation of video

### **Transform domain image processing**

Unitary transform, Karhunen-Loeve transform, separable transform, Haar and Hadamard transform, DFT, DCT

## **Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- verstehen Punktoperationen an Bilddaten und Gamma-Korrektur
- testen die Wirkung von Rangordnungs- und Medianfiltern an Bilddaten
- unterscheiden und bewerten verschiedene Farbräume für Bilddaten
- erklären das Prinzip der zwei-dimensionalen linearen Filterung für Bildsignale
- berechnen und bewerten die zweidimensionale diskrete Fourier-Transformierte eines Bildsignales
- bestimmen vergrößerte diskrete Bildsignale mit Methoden der bilinearen und Spline-Interpolation
- überprüfen Bilddaten auf ausgewählte Textur-, Kanten- und Bewegungsmerkmale
- analysieren Bild- und Videodaten auf Merkmale in unterschiedlichen Scale-Spaces
- erläutern und beurteilen Methoden für das Matching von Bilddaten
- segmentieren Bilddaten durch Programmierung von einfachen Klassifikations- oder Clustering-Verfahren
- verstehen das Prinzip von Transformation auf Bilddaten und können diese an Beispielen anwenden.

The students

- understand point operations for image data and gamma correction
- test the effects of rank order and median filters for image data
- evaluate and differentiate between different color spaces for image data
- explain the principle of two-dimensional linear filtering for image signals
- calculate and evaluate the two-dimensional discrete Fourier transform of an image signal
- determine enlarged discrete image signals by bi-linear and spline interpolation
- verify image data for selected texture, edge and motion features
- analyze image and video data for features in different scale spaces
- explain and evaluate methods for the matching of image data
- segment image data by implementing basic classification and clustering methods
- understand the principle of transformations on image data and apply them exemplarily

## **Literatur:**

J.-R. Ohm: *Multimedia Content Analysis*, Springer, 2016

J. W. Woods: *Multidimensional Signal, Image, and Video Processing and Coding*, Academic Press, 2<sup>nd</sup> edition, 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (Prüfungsnummer: 63121)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

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

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: André Kaup

---

**Bemerkungen:**

This lecture replaces the previous lecture Visual Computing for Communication (VCC).

---

**Modulbezeichnung:** **Advanced Upper-Limb Prosthetics (Fortgeschrittene Obergliedmaßenprothetik) (ULP)** **5 ECTS**  
 (Advanced Upper-Limb Prosthetics)

Modulverantwortliche/r: Claudio Castellini  
 Lehrende: Marek Sierotowicz, Claudio Castellini

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Advanced Upper-Limb Prosthetics (Lecture) (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Claudio Castellini)  
 Advanced Upper-Limb Prosthetics (Exercise) (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Marek Sierotowicz)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- basic maths, especially statistics
- fundamentals of signal processing and machine learning
- mid-level programming (*Python*, *C#* or similar)
- fundamentals of experimental psychology

---

**Inhalt:**

- Introduction to upper-limb prosthetics (ULPs): background, motivation, body- vs. self-powered; state of the art
- ULPs as robotic arms: challenges and open questions
- Human-machine interfaces for ULPs
- Sensor modalities: surface electromyography and more
- Intent detection for ULPs: reliability, dexterity, pattern recognition, incrementality, interactive machine learning
- Feedback and sensory substitution
- Human-Machine Interaction in ULPs
- Designing ULP experiments
- The clinical perspective: impacting on the amputee's everyday life

In the exercises, problems will be solved by working out code.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Students who have followed the course

- have a broad understanding of ULPs
- can conceive and design an intent-detection + feedback system for ULPs, given a set of requirements / specifications
- have knowledge about the clinical situation in the world of ULPs
- can tackle previously unknown problems

**Literatur:**

- [2002] *Control of Multifunctional Prosthetic Hands by Processing the Electromyographic Signal*, M. Zecca, S. Micera, M. C. Carrozza and P. Dario.
  - [2010] *Control of Hand Prostheses Using Peripheral Information*, S. Micera, J. Carpaneto and S. Raspopovici.
  - [2011] *Electromyogram pattern recognition for control of powered upper-limb prostheses: State of the art and challenges for clinical use*, E. Scheme and K. Englehart.
  - [2012] *Control of Upper Limb Prostheses: Terminology and Proportional Myoelectric Control - A Review*, A. Fougner, Ø. Stavadahl, P. J. Kyberd, Y. G. Losier and P. A. Parker.
  - [2015] *A survey of sensor fusion methods in wearable robotics*, D. Novak and R. Riener
  - [2016] *Incremental Learning of Muscle Synergies: From Calibration to Interaction*, C. Castellini.
  - [2016] *New developments in prosthetic arm systems*, I. Vujaklija, D. Farina and O.C. Aszmann.
  - [2019] *Upper-limb active prosthetics: an overview*, C. Castellini.
-

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Advanced Upper-Limb Prosthetics (Prüfungsnummer: 76791)

(englische Bezeichnung: Upper-Limb Prosthetics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

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

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Claudio Castellini

---

---

**Modulbezeichnung:** **Test- und Analyseverfahren zur Softwareverifikation und -Validierung (TestAn-SWE)** **5 ECTS**  
 (Test and Analysis Techniques for Software Verification and Validation)

Modulverantwortliche/r: Francesca Saglietti  
 Lehrende: Francesca Saglietti

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Software Test and Analysis (Software Verification and Validation) (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Francesca Saglietti et al.)

Übungen zu Software Test and Analysis (Exercises in Software Verification and Validation) (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Marc Spisländer)

---

**Inhalt:**

Das Modul befasst sich zunächst mit der Bewertung der Relevanz eingebetteter Software in komplexen Automatisierungssystemen. In Abhängigkeit vom Grad der zu übernehmenden Sicherheitsverantwortung werden anschließend zahlreiche Test- und Analyseverfahren unterschiedlicher Rigorosität behandelt, die sich jeweils zur Überprüfung der Entwicklungskorrektheit (Verifikation) bzw. der Aufgabenangemessenheit (Validierung) eignen.

Content:

The module starts with approaches aimed at evaluating the relevance of embedded software in complex control systems. Depending on the degree of the underlying safety relevance, several testing and analysis techniques at different levels of rigour are successively introduced; their application helps checking the correctness of the product developed (verification) resp. the appropriateness of the task specified (validation).

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- analysieren die Relevanz eingebetteter Software in komplexen Automatisierungssystemen anhand von Fehlerbäumen und kausalen Relationen;
- unterscheiden verschiedene Testverfahren hinsichtlich ihrer Erfüllung struktureller, kontrollflussbasierter bzw. datenflussbasierter Codeüberdeckungskriterien sowie ihres Fehlererkennungspotenzials;
- bewerten die Angemessenheit von Testfallmengen mittels Mutationstesten;
- überprüfen die Korrektheit von Modellen und Programmen anhand axiomatischer Beweisverfahren und Model-Checking-Verfahren.

Learning objectives and competencies:

The students

- analyse the relevance of embedded software in complex control systems by means of fault trees and causal relations;
- distinguish between different testing techniques in terms of their achievement of structural, control flow based resp. data flow based code coverage criteria and their fault detection capabilities;
- evaluate the adequacy of test case sets by means of mutation testing;
- check the correctness of models and programs by means of axiomatic proofs and model checking.

**Literatur:**

Lehrbuch der Softwaretechnik (Band 1), Helmut Balzert, 2000

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "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:**

Test- und Analyseverfahren zur Software-Verifikation und Validierung (Prüfungsnummer: 32001)

(englische Bezeichnung: Testing and Analytical Procedures in Software Verification and Validation)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Prüfungsteilnehmer wählen unmittelbar vor Prüfungsbeginn die Prüfungssprache. Wechsel ist während der Prüfung möglich.

Alternative Prüfungsformen:

- elektronische mündliche Fernprüfung (über Zoom)
- schriftliche Präsenzprüfung (90 Minuten)

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Francesca Saglietti

Test- und Analyseverfahren zur Software-Verifikation und Validierung (Prüfungsnummer: 32001)

(englische Bezeichnung: Testing and Analytical Procedures in Software Verification and Validation)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Prüfungsteilnehmer wählen unmittelbar vor Prüfungsbeginn die Prüfungssprache. Wechsel ist während der Prüfung möglich.

Alternative Prüfungsformen:

- elektronische mündliche Fernprüfung (über Zoom)
- schriftliche Präsenzprüfung (90 Minuten)

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Francesca Saglietti

---

<b>Modulbezeichnung:</b> Exergames (EXGA) (Exergames)	<b>5 ECTS</b>	
Modulverantwortliche/r:	N.N	
Lehrende:	Daniel Roth, Benedikt Morschheuser	
Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Englisch

#### Lehrveranstaltungen:

Exergames (WS 2021/2022, Vorlesung, 4 SWS, Daniel Roth et al.)

#### Empfohlene Voraussetzungen:

Basics in medicine, computer graphics or human-computer interaction, knowledge of neuroscience may be helpful.

#### Inhalt:

The module deals with the theory, design, and development of exergames. In the course, students will be provided with theoretical game-design and gamification foundations and work in small groups to realize working exergame prototypes. Sample topics of the theoretical discussions may include:

- Cyber Rehabilitation
- Gamification
- Game Design

Exemplary project themes could be:

- Location-based exergames that combine AR technologies with, sports and POIs in real world
- Designing exergames for patients with Mild Cognitive Impairment
- Designing gamified nature-based therapy approaches
- VR supported rehabilitation procedures for patients with motor impairments

The module is designed in an interactive format. Based on initial discussions, students research, design, develop, and evaluate solutions in the form of projects and studies in small groups following user-centered design and agile software engineering principles. Intermediate presentations of the project group members take place at regular intervals.

#### Lernziele und Kompetenzen:

By participating in the module, students

- can explain the application of Serious Games and Exergames in the context of health.
- are able to understand the technical and theoretical foundations of interdisciplinary interfaces between games and health.
- are able to apply this basic knowledge to conceptualize methodical solutions and empirical studies with basic tools.
- are able to interpret empirical findings from the literature in this field.
- they are able to apply game technologies for use cases in health, create applications, and collect empirical data based on learned methods.
- can implement software development projects in practice-oriented contexts.
- can apply fundamental project management principles, organize themselves in groups, work toward specific goals and consider relevant stakeholder needs.

#### Literatur:

- Gilbert, S. (2016). Designing Gamified Systems: Meaningful Play in Interactive Entertainment, Marketing and Education. Focal Press, USA.
- Radoff, J. (2011). Game On: Energize Your Business with Social Media Games. Wiley, USA.
- Morschheuser, B., Hassan, L., Werder, K., Hamari, J. (2018). How to design gamification? A method for engineering gamified software. Information & Software Technology, 95. pp. 219-237.
- Salen, K. (2004). Rules of play: game design fundamentals. MIT Press, Cambridge, USA.
- Schell, J. (2008). The Art of Game Design: A Book of Lenses. Morgan Kaufmann Publishers, Burlington, USA.

McGonigal, J. (2011). Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world. The Penguin Press, New York, USA.

---

### **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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

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

(Po-Vers. 2019w | Gesamtkonto | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Exergames (Prüfungsnummer: 76811)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Project presentation (30 minutes) and written report (8-10 pages). Project presentation 50%, written report 50%. Presentations are held partly as a group, but graded individually.

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: D.Roth/Morschheuser (R30008)

---

---

**Modulbezeichnung:** **Speech and Language Understanding (SLU)** **5 ECTS**  
 (Speech and Language Understanding)

Modulverantwortliche/r: Andreas Maier, Seung Hee Yang

Lehrende: Abner Hernandez, Andreas Maier, Seung Hee Yang

---

Startsemester: SS 2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Speech and Language Understanding (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Seung Hee Yang et al.)

Speech and Language Understanding Exercises (SS 2022, Übung, Seung Hee Yang et al.)

---

**Inhalt:**

Nach Behandlung der grundlegenden Mechanismen menschlicher Spracherzeugung und Sprachwahrnehmung gibt die Vorlesung eine detaillierte Einführung in (vornehmlich) statistisch orientierte Methoden der maschinellen Erkennung gesprochener Sprache. Schwerpunktthemen sind Merkmalgewinnung, Vektorquantisierung, akustische Sprachmodellierung mit Hilfe von Markovmodellen, linguistische Sprachmodellierung mit Hilfe stochastischer Grammatiken, prosodische Information sowie Suchalgorithmen zur Beschleunigung des Dekodiervorgangs.

After focussing on of the basic mechanisms of human speech generation and speech perception the lecture gives a detailed introduction to (mainly) statistically oriented methods of automatic recognition of spoken language. Main topics are feature extraction, vector quantization, acoustic speech modeling with the help of Markov models, linguistic speech modeling with the help of stochastic grammars, prosodic information as well as search algorithms to speed up the decoding process.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- verstehen die Grundlagen der menschlichen Sprachproduktion und die akustischen Eigenschaften unterschiedlicher Phonemklassen
- erklären den allgemeinen Aufbau eines Mustererkennungssystems
- verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung in Bezug auf Sprachsignale
- verstehen die Fourier-Transformation und mathematische Modelle der Sprachproduktion
- verstehen harte und weiche Vektorquantisierungsmethoden
- verstehen unüberwachtes Lernen (EM-Algorithmus)
- verstehen Hidden Markov-Modelle (HMMs)
- erklären stochastische Sprachmodelle

The students

- understand the principles of human speech production and acoustic properties of the different phoneme classes
- explain the general pipeline of a pattern recognition system
- understand sampling, the sampling theorem, and quantization w.r.t. speech signals
- understand Fourier transformation and mathematical models of speech production
- understand hard and soft vector quantization methods
- understand unsupervised learning (EM-algorithm)
- understand Hidden Markov Models (HMMs)
- explain stochastic language models

**Literatur:**

- Niemann H.: Klassifikation von Mustern; Springer, Berlin 1983
- Niemann H.: Pattern Analysis and Understanding; Springer, Berlin 1990
- Schukat-Talamazzini E.G.: Automatische Spracherkennung; Vieweg, Wiesbaden 1995
- Rabiner L.R., Schafer R.: Digital Processing of Speech Signals; Prentice Hall, New Jersey 1978
- Rabiner L.R., Juang B.H.: Fundamentals of Speech Recognition; Prentice Hall, New Jersey 1993

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Speech and Language Processing (Prüfungsnummer: 44551)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

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

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Andreas Maier

---

---

**Modulbezeichnung: Innovation and Leadership (InnLead)** **5 ECTS**  
 (Innovation and Leadership)

Modulverantwortliche/r: Kathrin M. Möslein  
 Lehrende: Kathrin M. Möslein, Assistenten

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Innovation and Leadership (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Kathrin M. Möslein 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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Artificial Intelligence (Master of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Innovation and leadership (research project)

(englische Bezeichnung: Innovation and leadership (research project))

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Portfolio (100%): presentation, project report (Präsentation, Projektbericht 100%)

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Kathrin M. Möslein

Innovation and leadership (presentation)

(englische Bezeichnung: Innovation and leadership (presentation))

Studienleistung, Präsentation

weitere Erläuterungen:

Portfolio (100%): presentation, project report (Präsentation, Projektbericht 100%)

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Kathrin M. Möslein

---

**Bemerkungen:**

For IIS students 4 SWS, 5 credits (new module handbook)

---

**Modulbezeichnung:** **Service Innovation (ServInn)** **5 ECTS**  
(Service Innovation)

Modulverantwortliche/r: Angela Roth  
Lehrende: Angela Roth, Assistenten

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Service Innovation (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Angela Roth et al.)

---

**Inhalt:**

- development of service innovations based on a clear strategy from businesses with four interlocking core elements: search, selection, implementation and evaluation of innovative concepts
- successful approaches, methods, tools and efforts to develop service innovations

**Lernziele und Kompetenzen:**

- Students can analyze service innovation, the management of service innovation and the design of services, from both theoretical and practical perspectives.
  - They can apply the service-dominant logic and service design tools.
  - They can evaluate servitization issues as well as service business models, technology & services.
- 

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Service innovation (seminar paper) (Prüfungsnummer: 72411)

(englische Bezeichnung: Service innovation)

Prüfungsleistung, Seminararbeit

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 70% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Angela Roth

Service innovation (presentation) (Prüfungsnummer: 72412)

Prüfungsleistung, Präsentation, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 30% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Angela Roth

---

**Bemerkungen:**

The synchronous meetings will not be recorded.



---

**Modulbezeichnung:** **Technology and Innovation Management (V) (TIM)** **5 ECTS**  
 (Technology and Innovation Management (V))

Modulverantwortliche/r: Kai-Ingo Voigt

Lehrende: Kai-Ingo Voigt, Christian Baccarella, Lukas Maier

---

Startsemester: SS 2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 30 Std.

Eigenstudium: 120 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Technology and Innovation Management (V) (SS 2022, Vorlesung, Kai-Ingo Voigt et al.)

---

**Inhalt:**

Technologies and innovations are the basis of success and growth of any company. This module covers Theories, concepts and tools of technology and innovation management. Special topics are e.g. economic decisions in technology management or in disruptive technological change, success factors of innovations, the design of innovation processes, timing strategies, opening up innovation management and the innovation of entire business models. The topics will be linked to practical current key issues.

**Lernziele und Kompetenzen:**

In this module, students acquire comprehensive, detailed and specialized knowledge as well as current knowledge in the field of technology and innovation management.

After completing the module, students

- can understand and assess the significant role of technology and innovation as a competitive advantage for industrial and service companies and give practical examples.
  - are able to transfer the knowledge about the methods and concepts of technology and innovation management successfully to new, concrete to transfer practical problems and to use it for problem solving.
  - can assess and question facts in this area.
  - can apply analytical and conceptual skills to deal with complex business administration
  - can work on questions dealing with technology and innovation management independently and are able select the correct methods and structuring approaches.
- 

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA))

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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Technology and innovation management (Klausur) (Prüfungsnummer: 34501)

(englische Bezeichnung: Lecture/tutorial: Technology and innovation management)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Kai-Ingo Voigt

---

**Bemerkungen:**

keine Aufzeichnung der Vorlesung

---

**Modulbezeichnung:** **Becoming an innovative engineer (InnoEng)** **2.5 ECTS**  
 (Becoming an innovative engineer)

Modulverantwortliche/r: Björn Eskofier

Lehrende: Marlies Nitschke, Björn Eskofier

---

Startsemester: SS 2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: halbjährlich (WS+SS)

Präsenzzeit: k.A. Std.

Eigenstudium: 75 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Becoming an innovative engineer (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Björn Eskofier et al.)

---

**Inhalt:**

The online course "Becoming an innovative engineer" will complement the technical knowledge which you gained in other courses. It therefore gives you a broad overview about various topics and empowers you to make use of your technical background to become an innovative engineer. The course comprises seven topics to fulfill the learning objectives described below:

**1. Empowerment and Teamwork**

Theory of enterprise content management which is fundamental for successful teamwork.

**2. Organizational Creativity**

Individual creativity, team creativity, and organizational creativity since innovation requires creativity.

**3. Business Design**

Insights into what must be considered when founding a business.

**4. Prototyping**

Basics of prototyping as it is key for fast and efficient development.

**5. Agile Development**

Agile development methods empowering them to manage their development workflow.

**6. Source Control via Git**

How source code can be efficiently controlled using git.

**7. Testing of Software Systems**

Fundamentals and principles of software testing which is necessary for every successful software product.

This course is a shared online course of the [HMDA] <https://www.masterhmda.eu/> partner universities and was created at the FAU with support of [EIT Health] <https://eithealth.eu/>.

**Lernziele und Kompetenzen:**

The course will cover the following learning objectives:

- How to work in a team?
  - How to create innovative ideas?
  - What is important for a business?
  - How to efficiently realize software ideas?
- 

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Information and Communication Technology (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Becoming an Innovative Engineer (Prüfungsnummer: 76621)

(englische Bezeichnung: Becoming an Innovative Engineer)

Prüfungsleistung, elektronische Prüfung, Dauer (in Minuten): 60

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

Erstabledung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023

1. Prüfer: Björn Eskofier

---

---

**Modulbezeichnung: Implementing Innovation (ImplInn)** **5 ECTS**  
 (Implementing Innovation)

Modulverantwortliche/r: Kathrin M. Möslein  
 Lehrende: Kathrin M. Möslein

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 2 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Innovation Design (WS 2021/2022, Vorlesung, Kathrin M. Möslein et al.)  
 Innovation Strategy III: Platforms and Systems for Innovation (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Kathrin M. Möslein et al.)

---

**Inhalt:**

Innovation Strategy III:

- new challenges in innovation management due to digital transformation
- open innovation activities as a de-facto standard in industry and forms of innovation management under such circumstances.
- open innovation as a systemic activity in networks of different organizations and on wider platforms of innovation

Innovation Design: The course Innovation Design is organized in cooperation with CodeCamp:N, a young subsidiary of NÜRNBERGER Versicherung. The course is practice-oriented and aims to encourage students to solve real-life challenges that are provided by CodeCamp:N. The seminar follows a hands-on approach, where the students work in small teams and progress through a structured path e.g., from a fuzzy idea to a concrete prototype, where they are supported by professional material and templates as well as examples from practice.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Innovation Strategy III:

- Students can apply different analytical approaches to the management of open innovation and their benefits in practice.
- They are able to analyze a case of open innovation on their own and discuss its managerial implications.

Innovation Design:

- Students can apply about lean and design thinking approaches to analyze, drive and design innovation-oriented projects and value-creation strategies.
- They also can establish a convincing value proposition as well as business model to achieve a product-market fit, for example by integrating their customers along the innovation design process.
- They develop and apply presentation and storytelling skills and can pitch their project.

---

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Data Science (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Innovation strategy III (Prüfungsnummer: 34507)

(englische Bezeichnung: Lecture: Innovation strategy III - Innovation process management)

Prüfungsleistung, Hausarbeit

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 50% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Kathrin M. Möslein

Innovation design (Präsentation) (Prüfungsnummer: 34508)

(englische Bezeichnung: Innovation design (Presentation))

Prüfungsleistung, Präsentation

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 50% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Kathrin M. Möslein

---

---

**Modulbezeichnung:** **Designing Technology (InnTec)** **5 ECTS**  
 (Designing Technology)

Modulverantwortliche/r: Kathrin M. Möslein

Lehrende: Julius Kirschbaum, Patrick Meyer, Tim Posselt, Kathrin M. Möslein

---

Startsemester: WS 2021/2022

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Designing Technology (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, Kathrin M. Möslein et al.)

---

**Inhalt:**

The class covers social and technological aspects of innovation technologies. As a future core technology, the semantic web will serve as a basis for linking different types of technologies across the boundaries of socio-technical systems. The lecture will thus explore social, organizational theory and technical concepts around a semantic web as an innovation technology. Social and organizational theory will amongst others contain:

- Systems theory, semiotics and communication theory,
- Basics of open innovation, open research, interactive value creation and open evaluation,
- Legal and societal aspects,
- Aspects regarding organizational knowledge creation (e.g. sensemaking, practicing, frames of reference)

The technological aspect of the class will deal with:

- Theory, Infrastructure and underlying technologies of the world wide web from web 1.0 to web 3.0
- Web scripting and markup languages and associated design theory (e.g.: PHP, JavaScript, XHTML, XML, OWL, RDF, RDFa, CSS)
- Thematic problems within publishing, filtering & selection and quality control

**Lernziele und Kompetenzen:**

Students

- can explain the process of designing innovative artefacts to extend human as well as organizational capabilities and to solve problems within organizations and industries.
  - can describe both social and technological aspects of various innovative technologies.
  - can apply the design science research method, build artifacts and evaluate them, around a given theme.
  - can explain and apply the design science paradigm.
  - can use information technology for managerial purposes and effectively communicate this knowledge.
  - know innovative technologies in the context of artificial intelligence and augmented reality that can link and enable different types of innovative technologies across the boundaries of socio-technical systems. They can adopt this knowledge in practical work on design problems, which will be related to the usage of robotic process automation.
- 

**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 | Study Field Health and Medical Data Analytics | M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA))

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Designing technology (research project) (Prüfungsnummer: 70732)

(englische Bezeichnung: Designing technology (portfolio))

Prüfungsleistung, Projekt-/Praktikumsbericht

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 70%

weitere Erläuterungen:

Research project (70%), written assignment (30%).

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Kathrin M. Möslein

Designing technology (written assignments) (Prüfungsnummer: 70733)

(englische Bezeichnung: Designing technology (portfolio))

Prüfungsleistung, Hausarbeit

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 30%

weitere Erläuterungen:

Research project (70%), written assignment (30%).

Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Kathrin M. Möslein

---