FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

Studiengang

Artificial Intelligence
(Master of Science)

Modulhandbuch

SS 2022
WS 2021/2022

Prüfungsordnungsversion: 2021s

Modulhandbuch generiert aus *UnivIS*
Stand: 12.05.2022 14:47

Artificial Intelligence (Master of Science)

SS 2022, WS 2021/2022; Prüfungsordnungsversion: 2021s

1 Gesamtkonto

1.1 Wahlpflichtmodulbereich

1.1.1 AI Systems and Applications

Advanced Design and Programming (5-ECTS)
- Advanced Design and Programming (5-ECTS), 5 ECTS, Dirk Riehle, WS 2021/2022 25

Advanced Programming Techniques
- Advanced Programming Techniques, 7.5 ECTS, Harald Köstler, WS 2021/2022 27

Approximate Computing
- Approximate Computing, 5 ECTS, Oliver Keszöcze, Jürgen Teich, SS 2022 29

Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)
- Eingebettete Systeme mit erweiterter Übung, 7.5 ECTS, Frank Hannig, WS 2021/2022 31

Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen)
- Eingebettete Systeme, 5 ECTS, Frank Hannig, WS 2021/2022 33

Human Computer Interaction
- Human Computer Interaction, 5 ECTS, Björn Eskofier, SS 2022 35

Informationsvisualisierung
- Informationsvisualisierung, 5 ECTS, Roberto Grosso, SS 2022 37

Middleware - Cloud Computing (Vorlesung mit erweiterten Übungen)
- Middleware - Cloud Computing V+EÜ, 7.5 ECTS, Tobias Distler, Michael Eischer, Laura Lawniczak, WS 2021/2022 39

Middleware - Cloud Computing (Vorlesung mit Übungen)
- Middleware - Cloud Computing V+Ü, 5 ECTS, Tobias Distler, Michael Eischer, Laura Lawniczak, WS 2021/2022 42

Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen
- Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen, 5 ECTS, Marco Pruckner, WS 2021/2022 45

Parallele Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)
- Parallele Systeme mit erweiterter Übung, 7.5 ECTS, Jürgen Teich, Frank Hannig, SS 2022 47

Rechnerarchitektur
- Rechnerarchitektur, 5 ECTS, Dietmar Fey, WS 2021/2022 50

Rechnerarchitektur (Vorlesung mit Übung und Rechnerübung)
- Rechnerarchitektur (Vorlesung mit Übung und Rechnerübung), 7.5 ECTS, Dietmar Fey, WS 2021/2022 52

Software-Anwendungen mit KI (VUE 5-ECTS)

Swarm Intelligence
- Swarm Intelligence (SI), formerly Organic Computing (OC), 5 ECTS, Rolf Wanka, SS 2022 54

Verteilte Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)
- Verteilte Systeme - V+EÜ, 7.5 ECTS, Tobias Distler, Jürgen Kleinöder, Laura Lawniczak, SS 2022 56

Verteilte Systeme (Vorlesung mit Übungen)
- Verteilte Systeme - V+Ü, 5 ECTS, Tobias Distler, Jürgen Kleinöder, Laura Lawniczak, SS 2022 58

Cognitive Neuroscience for AI Developers
- Cognitive Neuroscience for AI Developers, 5 ECTS, Patrick Krauß, Andreas Maier, SS 2022 60

Computational Visual Perception
- Computational Visual Perception, 7.5 ECTS, Bernhard Egger, Tim Weyrich, WS 2021/2022 62

Parallele Systeme
- Parallele Systeme, 5 ECTS, Jürgen Teich, Frank Hannig, SS 2022 64

Artificial Motor Learning
- Artificial Motor Learning, 5 ECTS, Thomas Seel, Simon Bachhuber, Ive Weygers, SS 2022 67

Computational Magnetic Resonance Imaging
- Computational Magnetic Resonance Imaging, 5 ECTS, Florian Knoll, Bruno Riemenschneider, WS 2021/2022 70

Inertial Sensor Fusion
- Inertial Sensor Fusion, 5 ECTS, Thomas Seel, WS 2021/2022 72

Intent Detection and Feedback
- Intent Detection and Feedback, 5 ECTS, Claudio Castellini, Fabio Andre Egle, SS 2022 74

Computational Photography and Capture
- Computational Photography and Capture, 5 ECTS, Tim Weyrich, SS 2022 76

Project Digital Reality
- Project Digital Reality, 10 ECTS, Tim Weyrich, Marc Stamminger, Bernhard Egger, Tobias Günther, Frank Bauer, SS 2022 78

Seminar Inverse Rendering
- Seminar Inverse Rendering, 5 ECTS, Tim Weyrich, Bernhard Egger, SS 2022 79

1.1.2 Symbolic Artificial Intelligence

Algebra des Programmierens
- Algebra des Programmierens, 7.5 ECTS, Stefan Milius, WS 2021/2022 81

Algebraische und Logische Aspekte der Automatentheorie

Formale Methoden der Softwareentwicklung
- Formale Methoden der Softwareentwicklung, 7.5 ECTS, Tadeusz Litak, Paul Wild, WS 2021/2022 83

Kommunikation und Parallele Prozesse

Künstliche Intelligenz I
- Künstliche Intelligenz I, 7.5 ECTS, Michael Kohlhase, WS 2021/2022 85

Logik-Basierte Sprachverarbeitung
- Logik-Basierte Sprachverarbeitung, 5 ECTS, Michael Kohlhase, Dennis Müller, WS 2021/2022 87

Monad-Based Programming
- Monad-Based Programming, 7.5 ECTS, Sergey Goncharov, WS 2021/2022 89

Nonclassical Logics in Computer Science

Ontologien im Semantic Web
- Ontologien im Semantic Web, 7.5 ECTS, Lutz Schröder, WS 2021/2022 91

Praktische Semantik von Programmiersprachen
- Praktische Semantik von Programmiersprachen, 7.5 ECTS, Tadeusz Litak, SS 2022 93

Verifikation digitaler Systeme
- Verifikation digitaler Systeme, 5 ECTS, Oliver Keszöcze, SS 2022 95

Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren
- Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren, 5 ECTS, Anatoli Djanatliev, WS 2021/2022 97

Wissensrepräsentation und -verarbeitung

Advanced Mechanized Reasoning in Coq
- Advanced Mechanized Reasoning in Coq, 7.5 ECTS, Tadeusz Litak, WS 2021/2022 99

Modallogik
- Modallogik, 7.5 ECTS, Lutz Schröder, SS 2022 101

1.1.3 Subsymbolic AI/Machine Learning

Biomedizinische Signalanalyse
- Biomedizinische Signalanalyse, 5 ECTS, Björn Eskofier, WS 2021/2022 103

Deep Learning
- Deep Learning, 5 ECTS, Andreas Maier, SS 2022 105

Diagnostic Medical Image Processing
- Diagnostic Medical Image Processing (VHB-Kurs), 5 ECTS, Luis Carlos Rivera Monroy, Celia Martín Vicario, Arpitha Ravi, SS 2022 107

Interventional Medical Image Processing
- Interventional Medical Image Processing (Online-Kurs), 5 ECTS, Luis Carlos Rivera Monroy, Celia Martín Vicario, Arpitha Ravi, SS 2022 109

Künstliche Intelligenz II
- Künstliche Intelligenz II, 7.5 ECTS, Michael Kohlhase, SS 2022 111

Maschinelles Lernen für Zeitreihen Deluxe
- Maschinelles Lernen für Zeitreihen Deluxe, 7.5 ECTS, Dario Zanca, Björn Eskofier, Oliver Amft, Luis Ignacio Lopera Gonzalez, WS 2021/2022 113

Multimedia Security
- Multimedia Security, 5 ECTS, Christian Riess, WS 2021/2022 115

Pattern Analysis
- Pattern Analysis, 5 ECTS, Christian Riess, SS 2022 117

Pattern Recognition
- Pattern Recognition, 5 ECTS, Andreas Maier, WS 2021/2022 120

Speech and Language Processing
- Speech and Language Understanding, 5 ECTS, Andreas Maier, Seung Hee Yang, Abner Hernandez, SS 2022 122

Visual Computing in Medicine
- Visual Computing in Medicine, 5 ECTS, Peter Hastreiter, Thomas Wittenberg, WS 2021/2022, 2 Sem. 124

Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie
- Numerische Neurotechnologie, 5 ECTS, N.N, SS 2022 127

Computer vision
- Computer Vision, 5 ECTS, Bernhard Egger, Andreas Maier, Tim Weyrich, SS 2022 128

Music Processing Analysis - Lecture and Exercise
- Music Processing Analysis - Lecture & Exercise, 5 ECTS, Meinard Müller, WS 2021/2022 130

Maschinelles Lernen für Zeitreihen
- Maschinelles Lernen für Zeitreihen, 5 ECTS, Dario Zanca, Björn Eskofier, Oliver Amft, Luis Ignacio Lopera Gonzalez, WS 2021/2022 133

Reinforcement Learning
- Reinforcement Learning, 5 ECTS, Christopher Mutschler, SS 2022 135

Algorithmische Bioinformatik
- Algorithmische Bioinformatik, 5 ECTS, David B. Blumenthal, und Mitarbeiter/innen, WS 2021/2022 137

Introduction to Explainable Machine Learning
- Introduction to Explainable Machine Learning, 5 ECTS, Thomas Seel, SS 2022 139

1.2 Hauptseminar

Advanced Simulation Technology

Automaten über unendlichen Wörtern

Big Data Seminar
- Big Data Seminar, 5 ECTS, Dominik Probst, Demian E. Vöhringer, WS 2021/2022 141

Blender Seminar
- Seminar Graphische Datenverarbeitung, 5 ECTS, Marc Stamminger, Frank Bauer, SS 2022 142

Ethics in AI

Masterseminar Graphische Datenverarbeitung
- Masterseminar "Graphische Datenverarbeitung", 5 ECTS, Tobias Günther, WS 2021/2022 144

Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS)
- Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS), 5 ECTS, Dirk Riehle, SS 2022 146

Neuartige Rechnerarchitekturen
- Neuartige Rechnerarchitekturen, 5 ECTS, Philipp Holzinger, Simon Pfenning, SS 2022 148

Philosophy of AI

Seminar Computer Vision

Seminar Koalgebraische Logik

Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0
- Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0, 5 ECTS, An Nguyen, Björn Eskofier, Johannes Roider, Christoph Scholl, SS 2022 150

Seminar Multi-Core Architecture and Programming
- Multi-Core Architecture and Programming, 5 ECTS, Frank Hannig, SS 2022 152

Seminar Theoretische Informatik
- Seminar Theoretische Informatik, 5 ECTS, Lutz Schröder, SS 2022 154

Seminar Wissensrepräsentation und -verarbeitung
- Seminar Wissensrepräsentation und -verarbeitung, 5 ECTS, Michael Kohlhase, Florian Rabe, WS 2021/2022 156

Seminar nominale Mengen und Automaten

Network medicine
- Network Medicine, 5 ECTS, David B. Blumenthal, und Mitarbeiter/innen, WS 2021/2022 158

Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems
- Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems, 5 ECTS, N.N, WS 2021/2022 159

Seminar Advanced Algorithms in Medical Image Processing
- Seminar Advanced Algorithms in Medical Image Processing, 5 ECTS, Andreas Maier, Vincent Christlein, Joachim Hornegger, Katharina Breininger, SS 2022 161

Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data
- Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data, 2.5 ECTS, Dario Zanca, SS 2022 162

Fantastic datasets and where to find them
- Fantastic datasets and where to find them, 2.5 ECTS, Andreas Kist, SS 2022 164

Green AI - AI for sustainability and sustainability of AI
- Green AI - AI for Sustainability and Sustainability of AI, 5 ECTS, Eva Dorschky, Björn Eskofier, SS 2022 166

Legged Locomotion of Robots (LLR)
- Legged Locomotion of Robots, 2.5 ECTS, Anne Koelewijn, SS 2022 168

Tracking Olympiad
- Tracking Olympiad, 5 ECTS, Andreas Kist, René Groh, SS 2022 169

1.3 Projekt I und II

Applied Software Engineering Master-Projekt
- Applied Software Engineering Master-Projekt (10-ECTS), 10 ECTS, N.N, SS 2022 171

Master-Projekt Datenmanagement
- Master-Projekt Datenmanagement, 10 ECTS, Richard Lenz, Alle Assistenten, SS 2022 172

Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik
- Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik, 10 ECTS, Björn Eskofier, SS 2022 174

Projekt Mustererkennung
- Projekt Mustererkennung, 10 ECTS, Andreas Maier, Vincent Christlein, SS 2022 176

Projekt zur Künstlichen Intelligenz
- Projekt zur Künstlichen Intelligenz, 10 ECTS, Michael Kohlhase, Florian Rabe, SS 2022 177

Rechnerarchitekturen für Deep-Learning Anwendungen
- Rechnerarchitekturen für Deep-Learning Anwendungen, 10 ECTS, Philipp Holzinger, Marc Reichenbach, WS 2021/2022 178

The AMOS Project (SD-Role, PR)
- The AMOS Project (SD-Role 10-ECTS), 10 ECTS, Dirk Riehle, SS 2022 180

AI-1 Systems Project
- AI-1 Systems Project, 10 ECTS, Michael Kohlhase, WS 2021/2022 182

AI-2 Systems Project
- AI-2 Systems Project, 10 ECTS, Michael Kohlhase, Jan Frederik Schäfer, SS 2022 184

Projekt Biomedical Network Science
- Projekt Biomedical Network Science, 10 ECTS, David B. Blumenthal, und Mitarbeiter/innen, SS 2022 186

Project Representation Learning
- Project Representation Learning, 10 ECTS, Bernhard Kainz, WS 2021/2022 188
- Project Representation Learning, 10 ECTS, Bernhard Kainz, Mischa Dombrowski, Johanna Müller, SS 2022 190

Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing
- Projekt Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing, 10 ECTS, Björn Eskofier, Matthias Zürl, Michael Nissen, Marlies Nitschke, Johannes Link, Mohamad Wehbi, Imrana Abdullahi Yari, Alzhraa Ahmed, Ann-Kristin Seifer, Misha Sadeghi, Kai Klede, SS 2022 191

Project Music and Audio Processing
- Project Music and Audio Processing, 10 ECTS, Meinard Müller, SS 2022 193

Ausgewählte Projekte der Computergraphik (GraPro)
- Hinter den Kulissen des Museums, 10 ECTS, Frank Bauer, Philipp Kurth, Tim Weyrich, WS 2021/2022 194
- Ausgewählte Projekte der Computergraphik, 10 ECTS, Marc Stamminger, Bernhard Egger, Tobias Günther, Tim Weyrich, SS 2022 195

1.3.1 AI Systems and Applications

AI Project: Computational Visual Perception
- AI Project: Computational Visual Perception, 10 ECTS, Bernhard Egger, SS 2022 196

Applied Software Engineering Master-Projekt
- Applied Software Engineering Master-Projekt (10-ECTS), 10 ECTS, N.N, SS 2022 171

Projekt Biomedical Network Science
- Projekt Biomedical Network Science, 10 ECTS, David B. Blumenthal, und Mitarbeiter/innen, SS 2022 186

Rechnerarchitekturen für Deep-Learning Anwendungen
- Rechnerarchitekturen für Deep-Learning Anwendungen, 10 ECTS, Philipp Holzinger, Marc Reichenbach, WS 2021/2022 178

The AMOS Project (SD-Role, PR)
- The AMOS Project (SD-Role 10-ECTS), 10 ECTS, Dirk Riehle, SS 2022 180

Virtual and Augmented Reality (VRAR)

1.3.2 Symbolic Artificial Intelligence

AI-1 Systems Project
- AI-1 Systems Project, 10 ECTS, Michael Kohlhase, WS 2021/2022 182

Projekt zur Künstlichen Intelligenz
- Projekt zur Künstlichen Intelligenz, 10 ECTS, Michael Kohlhase, Florian Rabe, SS 2022 177

1.3.3 Subsymbolic AI/Machine Learning

AI-2 Systems Project
- AI-2 Systems Project, 10 ECTS, Michael Kohlhase, Jan Frederik Schäfer, SS 2022 184

Master-Projekt Datenmanagement
- Master-Projekt Datenmanagement, 10 ECTS, Richard Lenz, Alle Assistenten, SS 2022 172

Project Representation Learning
- Project Representation Learning, 10 ECTS, Bernhard Kainz, Mischa Dombrowski, Johanna Müller, SS 2022 190
- Project Representation Learning, 10 ECTS, Bernhard Kainz, WS 2021/2022 188

Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik
- Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik, 10 ECTS, Björn Eskofier, SS 2022 174

Projekt Mustererkennung
- Projekt Mustererkennung, 10 ECTS, Andreas Maier, Vincent Christlein, SS 2022 176

Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces
- Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces, 5 ECTS, Alessandro Del Vecchio, Thomas Mehari Kinfe, WS 2021/2022 198

Digital Psychology Lab
- Digital Psychology Lab, 5 ECTS, Björn Eskofier, Nicolas Rohleder, Robert Richer, WS 2021/2022 200

Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing
- Projekt Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing, 10 ECTS, Björn Eskofier, Matthias Zürl, Michael Nissen, Marlies Nitschke, Johannes Link, Mohamad Wehbi, Imrana Abdullahi Yari, Alzhraa Ahmed, Ann-Kristin Seifer, Misha Sadeghi, Kai Klede, SS 2022 191

Legged Locomotion of Robots + Laborprojekt (LLR-L)
- Legged Locomotion of Robots Deluxe, 5 ECTS, Anne Koelewijn, SS 2022 202

1.4 Nebenfach

1.4.1 Nebenfach Chemie- und Bioingenieurwesen

Abfallaufbereitung mit Praktikum
- Abfallaufbereitung mit Praktikum, 7.5 ECTS, N.N, WS 2021/2022 204

Entsorgung medizinischer Abfälle mit Praktikum

1.4.2 Nebenfach Betriebswirtschaftslehre

BWL für Ingenieure
- BWL für Ingenieure, 5 ECTS, Kai-Ingo Voigt, WS 2021/2022, 2 Sem. 206

Business intelligence

Foundations of international management I

Interdisciplinary business seminar

Marketing-Fallstudien
- Marketing Fallstudien, 5 ECTS, Christian Götz, SS 2022 208

Digital change management

Enterprise knowledge management

Foundations of linked data

Innovation and leadership
- Innovation and Leadership, 5 ECTS, Assistenten, Kathrin M. Möslein, WS 2021/2022 210

Judgment in decision making and evidence-based management

Process Analytics (PA)

1.4.3 Nebenfach Mathematik

Algebra
- Algebra, 10 ECTS, Wolfgang Ruppert, WS 2021/2022 212

Angewandte Mathematik

Discrete optimization I
- Discrete Optimization, 5 ECTS, Andreas Bärmann, WS 2021/2022 214

Einführung in die Numerik
- Einführung in die Numerik, 10 ECTS, Martin Burger, WS 2021/2022 216

Einführung in die Statistik mit Rechnerübungen

Elementare Zahlentheorie
- Elementare Zahlentheorie, 5 ECTS, Christina Birkenhake, WS 2021/2022 218

Funktionalanalysis
- Funktionalanalysis I, 10 ECTS, Günther Grün, Hermann Schulz-Baldes, SS 2022 220

Funktionentheorie I
- Funktionentheorie I, 5 ECTS, Karl-Hermann Neeb, SS 2022 221

Introduction to Statistics and Statistical Programming
- Introduction to Statistics and Statistical Programming, 5 ECTS, Christoph Richard, SS 2022 223

Kryptographie II
- Kryptographie II, 10 ECTS, Wolfgang Ruppert, SS 2022 225

Lineare und Kombinatorische Optimierung
- Lineare und Kombinatorische Optimierung, 10 ECTS, Dieter Weninger, WS 2021/2022 226

Mathematische Modellierung Praxis
- Mathematische Modellierung Praxis, 5 ECTS, Manuel Friedrich, WS 2021/2022 227

Mathematische Modellierung Theorie
- Mathematische Modellierung Theorie, 5 ECTS, Manuel Friedrich, WS 2021/2022 228

Nichtlineare Optimierung
- Nichtlineare Optimierung, 10 ECTS, Wolfgang Achtziger, WS 2021/2022 229

Numerical Aspects of Linear and Integer Programming
- Numerical Aspects of Linear and Integer Programming, 5 ECTS, Andreas Bärmann, SS 2022 231

Numerik I für Ingenieure
- Numerik I für Ingenieure, 5 ECTS, Wilhelm Merz, J. Michael Fried, Nicolas Neuß, u.a., WS 2021/2022 233

Numerik II für Ingenieure
- Numerik II für Ingenieure, 5 ECTS, Wilhelm Merz, J. Michael Fried, Nicolas Neuß, SS 2022 235

Optimierung für Ingenieure mit Praktikum
- Optimierung für Ingenieure (mit Praktikum), 7.5 ECTS, Johannes Hild, Martin Gugat, SS 2022 236

Optimization in industry and economy
- Optimization in Industry and Economy, 5 ECTS, Yiannis Giannakopoulos, WS 2021/2022 239

Partielle Differenzialgleichungen I

Robust optimization II
- Robuste Optimierung 2, 5 ECTS, Timm Oertel, SS 2022 240

Robuste Optimierung 1
- Robuste Optimierung 1, 5 ECTS, Timm Oertel, SS 2022 241

Topologie
- Topologie, 5 ECTS, Andreas Knauf, SS 2022 242

Discrete optimization II
- Diskrete Optimierung II, 5 ECTS, Alexander Martin, SS 2022 243

Computational complexity
- Computational Complexity, 5 ECTS, Yiannis Giannakopoulos, SS 2022 244

1.4.4 Nebenfach Biologie

Allgemeine Biologie I
- Allgemeine Biologie I: Biologie für Nebenfächler, 5 ECTS, Johann Helmut Brandstätter, Ingrid Brehm, Renato Frischknecht, Michael Lebert, Gerald Seidel, WS 2021/2022 245

Allgemeine Biologie II
- Allgemeine Biologie II: Morphologie und Anatomie der Organismen, 5 ECTS, Michael Lebert, Ralph Rübsam, WS 2021/2022 247

Computational Biology

Computational Biology I
- ILS-W1: Wahlpflichtmodul Computational Biology (Teil 1), 7.5 ECTS, Rainer Böckmann, WS 2021/2022 249

Mikrobiologische Übungen
- Mikrobiologische Übungen, 5 ECTS, Gerald Seidel, WS 2021/2022 251

Zoologie
- Ökologie und Diversität A, 5 ECTS, Jürgen Schmidl, Ruth Stadler, Ulrike Daigl, WS 2021/2022 252

Ökologie und Diversität B
- Ökologie und Diversität B, 5 ECTS, Ruth Stadler, Jürgen Schmidl, Regula Muheim-Lenz, Ulrike Daigl, SS 2022 254

1.4.5 Nebenfach Chemie

Allgemeine Organische Chemie
- Organische Chemie 1, 5 ECTS, Andreas Hirsch, und Mitarbeiter/innen, SS 2022 256

Allgemeine und Anorganische Chemie mit Experimenten
- Allgemeine und Anorganische Chemie mit Experimenten, 10 ECTS, Ingrid Span, Jörg Sutter, WS 2021/2022, 2 Sem. 258

Anorganische Chemie - Chemie der Metalle

1.4.6 Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik

1.4.6.1 Mikroelektronik

Analoge elektronische Systeme
- Analoge elektronische Systeme, 5 ECTS, Robert Weigel, Torsten Reißland, WS 2021/2022 260

Digitale elektronische Systeme
- Digitale elektronische Systeme, 5 ECTS, Robert Weigel, SS 2022 262

Quantentechnologien 1
- Quantentechnologien 1, 5 ECTS, Roland Nagy, Andre Pointner, SS 2022 263

Entwurf Integrierter Schaltungen II
- Entwurf Integrierter Schaltungen II, 5 ECTS, Sebastian M. Sattler, SS 2022 265

Entwurf integrierter Schaltungen I
- Entwurf Integrierter Schaltungen I, 5 ECTS, Sebastian M. Sattler, Florian Deeg, WS 2021/2022 267

Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten
- Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten, 5 ECTS, Klaus Helmreich, SS 2022 269

Halbleiterbauelemente
- Halbleiterbauelemente, 5 ECTS, Jörg Schulze, Jan Dick, SS 2022 272

Hardware-Beschreibungssprache VHDL

Kommunikationsstrukturen
- Kommunikationsstrukturen, 5 ECTS, Jürgen Frickel, WS 2021/2022 274

Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY)
- Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (semesterbegleitend), 2.5 ECTS, Markus Hartmann, Sally Nafie, SS 2022 276

Multiphysics Systems and Components
- Multiphysics Systems and Components, 5 ECTS, Jens Kirchner, u.a., SS 2022 278

Prozessintegration und Bauelementearchitekturen
- Prozessintegration und Bauelementearchitekturen, 5 ECTS, Jörg Schulze, Jannik Schwarberg, SS 2022 280

Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik
- Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik, 5 ECTS, Maximilian Lübke, SS 2022 282

Schaltungstechnik
- Schaltungstechnik, 5 ECTS, Robert Weigel, SS 2022 284

Technologie integrierter Schaltungen
- Technologie integrierter Schaltungen, 5 ECTS, Jörg Schulze, Jannik Schwarberg, WS 2021/2022 286

Transceiver-Systementwurf
- Transceiver-Systementwurf, 5 ECTS, Jörn Thielecke, SS 2022 288

Halbleitertechnik I - Bipolartechnik (HL I)
- Halbleitertechnik I - Bipolartechnik, 5 ECTS, Jörg Schulze, Jannik Schwarberg, SS 2022 290

Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (HLT I)

Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1
- Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1, 5 ECTS, Roland Nagy, Andre Pointner, SS 2022 292

1.4.6.2 Allgemeine Elektrotechnik

Analoge elektronische Systeme
- Analoge elektronische Systeme, 5 ECTS, Robert Weigel, Torsten Reißland, WS 2021/2022 260

Antennen
- Antennen, 5 ECTS, Jan Schür, WS 2021/2022 294

EMV-Praktikum
- EMV-Praktikum, 2.5 ECTS, Daniel Kübrich, SS 2022 296

Quantentechnologien 1
- Quantentechnologien 1, 5 ECTS, Roland Nagy, Andre Pointner, SS 2022 263

Elektromagnetische Felder I

Für Studienbeginner im SS 2011 und 2012 des Studiengangs EEI findet EMF I im 5. FS statt.
- Elektromagnetische Felder I, 2.5 ECTS, Klaus Helmreich, SS 2022 298

Elektromagnetische Felder II

Für Studienbeginner im SS 2011 und 2012 des Studiengangs EEI findet EMF II im 6. FS statt.
- Elektromagnetische Felder II, 5 ECTS, Klaus Helmreich, WS 2021/2022 300

Elektromagnetische Verträglichkeit
- Elektromagnetische Verträglichkeit, 5 ECTS, Daniel Kübrich, SS 2022 302

Grundlagen der Elektrotechnik I
- Grundlagen der Elektrotechnik I, 7.5 ECTS, Bernd Witzigmann, WS 2021/2022 304

Grundlagen der Elektrotechnik II
- Grundlagen der Elektrotechnik II, 5 ECTS, Klaus Helmreich, SS 2022 306

Grundlagen der Elektrotechnik III
- Grundlagen der Elektrotechnik III, 5 ECTS, Philipp Beckerle, WS 2021/2022 308

Hochfrequenztechnik
- Hochfrequenztechnik, 5 ECTS, Martin Vossiek, WS 2021/2022 310

Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen
- Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen, 5 ECTS, Christopher Söll, Albert-Marcel Schrotz, WS 2021/2022 312

Laborpraktikum Sensorik

Mechatronic components and systems (MCS)
- Mechatronic components and systems, 5 ECTS, Philipp Beckerle, SS 2022 314

Optische Übertragungstechnik
- Optische Übertragungstechnik, 5 ECTS, Bernhard Schmauss, SS 2022 316

Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten
- Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten, 5 ECTS, Martin Vossiek, SS 2022 318

Photonik 1
- Photonik 1, 5 ECTS, Bernhard Schmauss, WS 2021/2022 320

Praktikum Hochfrequenztechnik / Mikrowellentechnik 1
- Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 1, 2.5 ECTS, Jan Schür, WS 2021/2022 322

Praktikum Photonik/Lasertechnik 1
- Praktikum Photonik/Lasertechnik 1, 2.5 ECTS, Rainer Engelbrecht, WS 2021/2022 324

Schaltungstechnik
- Schaltungstechnik, 5 ECTS, Robert Weigel, SS 2022 284

Sensorik
- Sensorik, 5 ECTS, Philipp Beckerle, WS 2021/2022 326

Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1
- Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1, 5 ECTS, Roland Nagy, Andre Pointner, SS 2022 292

1.4.6.3 Elektrische Energie- und Antriebstechnik

Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme
- Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme, 5 ECTS, Matthias Luther, WS 2021/2022 328

Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme
- Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme, 5 ECTS, Matthias Luther, SS 2022 330

Elektrische Antriebstechnik I
- Elektrische Antriebstechnik I, 5 ECTS, Ingo Hahn, SS 2022 332

Elektrische Antriebstechnik II
- Elektrische Antriebstechnik II, 5 ECTS, Ingo Hahn, WS 2021/2022 334

Grundlagen der Elektrotechnik I
- Grundlagen der Elektrotechnik I, 7.5 ECTS, Bernd Witzigmann, WS 2021/2022 304

Grundlagen der Elektrotechnik II
- Grundlagen der Elektrotechnik II, 5 ECTS, Klaus Helmreich, SS 2022 306

Grundlagen der elektrischen Antriebstechnik

Grundlagen der elektrischen Energieversorgung

Hochspannungstechnik
- Hochspannungstechnik, 5 ECTS, Dieter Braisch, WS 2021/2022 336

Leistungselektronik
- Leistungselektronik, 5 ECTS, Martin März, Madlen Hoffmann, WS 2021/2022 338

Planung elektrischer Energieversorgungsnetze
- Planung elektrischer Energieversorgungsnetze, 5 ECTS, Johann Jäger, WS 2021/2022 340

Regenerative Energiesysteme
- Regenerative Energiesysteme, 5 ECTS, Johann Jäger, WS 2021/2022 342

Schutz- und Leittechnik
- Schutz- und Leittechnik, 5 ECTS, Johann Jäger, SS 2022 344

Systemlösungen für die Energiewende
- Systemlösungen für die Energiewende, 5 ECTS, Christoph Maurer, SS 2022 346

Thermische Kraftwerke
- Thermische Kraftwerke, 5 ECTS, Johann Jäger, SS 2022 348

Transmission System Operation and Control
- Transmission System Operations and Control, 5 ECTS, Matthias Luther, SS 2022 350

1.4.6.4 Leistungselektronik

Digitale Regelung
- Digitale Regelung, 5 ECTS, Andreas Michalka, Alexander Verhoolen, SS 2022 352

Elektromagnetische Verträglichkeit
- Elektromagnetische Verträglichkeit, 5 ECTS, Daniel Kübrich, SS 2022 302

Halbleiterbauelemente
- Halbleiterbauelemente, 5 ECTS, Jörg Schulze, Jan Dick, SS 2022 272

Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung
- Hochleistungsstromrichter für die EEV, 5 ECTS, Gert Mehlmann, WS 2021/2022 354

Leistungselektronik
- Leistungselektronik, 5 ECTS, Martin März, Madlen Hoffmann, WS 2021/2022 338

Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung I - Gleichspannungsnetze

Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang
- Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang, 5 ECTS, Martin März, WS 2021/2022 356

Leistungshalbleiter-Bauelemente
- Leistungshalbleiterbauelemente, 5 ECTS, Tobias Erlbacher, Tobias Stolzke, WS 2021/2022 358

Pulsumrichter für elektrische Antriebe
- Pulsumrichter für elektrische Antriebe, 5 ECTS, Jens Igney, SS 2022 360

Regelungstechnik A (Grundlagen)
- Regelungstechnik A (Grundlagen), 5 ECTS, Knut Graichen, Julian Dahlmann, WS 2021/2022 362

Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)
- Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden), 5 ECTS, Knut Graichen, Johannes Reinhard, WS 2021/2022 364

Schaltnetzteile
- Schaltnetzteile, 5 ECTS, Thomas Dürbaum, SS 2022 366

Schaltungstechnik
- Schaltungstechnik, 5 ECTS, Robert Weigel, SS 2022 284

Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen
- Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen, 5 ECTS, Thomas Dürbaum, SS 2022 368

Thermisches Management in der Leistungselektronik
- Thermisches Management in der Leistungselektronik, 5 ECTS, Martin März, Stefanie Büttner, SS 2022 370

Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III)

1.4.6.5 Informationstechnik

Digitale Signalverarbeitung
- Digitale Signalverarbeitung, 5 ECTS, Walter Kellermann, Heinrich Löllmann, WS 2021/2022 372

Digitale Übertragung
- Digitale Übertragung, 5 ECTS, Robert Schober, SS 2022 374

Hochfrequenztechnik
- Hochfrequenztechnik, 5 ECTS, Martin Vossiek, WS 2021/2022 310

Image and Video Compression
- Image and Video Compression, 5 ECTS, André Kaup, Fabian Brand, SS 2022 376

Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung
- Information Theory and Coding, 5 ECTS, Ralf Müller, SS 2022 378

Kommunikationselektronik
- Kommunikationselektronik, 5 ECTS, Jörg Robert, SS 2022 381

Kommunikationsnetze
- Kommunikationsnetze, 5 ECTS, André Kaup, WS 2021/2022 384

Signale und Systeme I
- Signale und Systeme I, 5 ECTS, André Kaup, Jürgen Seiler, WS 2021/2022 386

Signale und Systeme II
- Signale und Systeme II, 5 ECTS, André Kaup, Christian Herglotz, Nils Genser, SS 2022 388

Statistical Signal Processing
- Statistische Signalverarbeitung, 5 ECTS, Walter Kellermann, Thomas Haubner, WS 2021/2022 390

1.4.6.6 Robotics and automation

Grundlagen der Elektrotechnik III
- Grundlagen der Elektrotechnik III, 5 ECTS, Philipp Beckerle, WS 2021/2022 308

Mechatronic components and systems (MCS)
- Mechatronic components and systems, 5 ECTS, Philipp Beckerle, SS 2022 314

Modellbildung in der Regelungstechnik
- Modellbildung in der Regelungstechnik, 5 ECTS, Thomas Moor, Yiheng Tang, WS 2021/2022 393

Numerische Optimierung und modellprädiktive Regelung
- Numerische Optimierung und modellprädiktive Regelung, 5 ECTS, Andreas Völz, Paulina Spenger, WS 2021/2022 394
- Numerische Optimierung und modellprädiktive Regelung, 5 ECTS, Knut Graichen, Paulina Spenger, SS 2022 396

Regelung nichtlinearer Systeme
- Regelung nichtlinearer Systeme, 5 ECTS, Knut Graichen, SS 2022 398

Regelungstechnik A (Grundlagen)
- Regelungstechnik A (Grundlagen), 5 ECTS, Knut Graichen, Julian Dahlmann, WS 2021/2022 362

Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)
- Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden), 5 ECTS, Knut Graichen, Johannes Reinhard, WS 2021/2022 364

Schätzverfahren in der Regelungstechnik
- Schätzverfahren in der Regelungstechnik, 5 ECTS, Thomas Moor, Yiheng Tang, SS 2022 400

Sensorik
- Sensorik, 5 ECTS, Philipp Beckerle, WS 2021/2022 326

Human-centered mechatronics and robotics
- Human-centered mechatronics and robotics, 5 ECTS, Philipp Beckerle, SS 2022 402

Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik
- Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik, 5 ECTS, Andreas Michalka, Johannes Reinhard, WS 2021/2022 404

Nonlinear Control Systems
- Nonlinear Control Systems, 5 ECTS, Knut Graichen, Daniel Landgraf, SS 2022 406

Robot mechanisms and user interfaces
- Robot mechanisms and user interfaces, 5 ECTS, Philipp Beckerle, Mehmet Ege Cansev, WS 2021/2022 408

Robotics 1 (Control fundamentals) (ROB1)
- Robotics 1, 5 ECTS, Andreas Völz, Julian Kißkalt, SS 2022 410

Robotics 2 (Advanced methods)

1.4.7 Nebenfach Astronomie

Astronomie
- Astronomie (INF), 15 ECTS, Jörn Wilms, WS 2021/2022, 2 Sem. 412

Astronomie (weiterführend)

1.4.8 Nebenfach Maschinenbau

1.4.8.1 Computerintegrierte Produktion

Automotive Engineering
- Automotive Engineering, 2.5 ECTS, Ingo Kriebitzsch, WS 2021/2022 414

Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System
- Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System, 2.5 ECTS, Siegfried Rußwurm, WS 2021/2022 416

Einführung in die Programmierung humanoider Roboter
- Einführung in die Programmierung humanoider Roboter, 5 ECTS, Julian Seßner, WS 2021/2022 418

Grundlagen der Robotik
- Grundlagen der Robotik, 5 ECTS, Jörg Franke, SS 2022 420

Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service
- Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service, 2.5 ECTS, Ulrich Löwen, WS 2021/2022 422

International Supply Chain Management
- International Supply Chain Management, 5 ECTS, Jörg Franke, SS 2022 424

Produktionssystematik
- Produktionssystematik, 5 ECTS, Jörg Franke, WS 2021/2022 426

Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens
- Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens, 2.5 ECTS, Jörg Franke, SS 2022 428

1.4.8.2 Technische Mechanik

Dynamik starrer Körper
- Dynamik starrer Körper (3V+2Ü+2T), 7.5 ECTS, Sigrid Leyendecker, WS 2021/2022 430

Statik und Festigkeitslehre
- Statik und Festigkeitslehre (3V+2Ü+2T), 7.5 ECTS, Sigrid Leyendecker, SS 2022 432

1.4.8.3 Qualitätsmanagement und Messtechnik

1.4.8.3.1 Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik

Fertigungsmesstechnik I
- Fertigungsmesstechnik I, 5 ECTS, Tino Hausotte, Andreas Müller, Benjamin Baumgärtner, WS 2021/2022 435

Fertigungsmesstechnik II
- Fertigungsmesstechnik II, 5 ECTS, Tino Hausotte, Assistenten, SS 2022 439

Hauptseminar Messtechnik
- Hauptseminar Messtechnik, 2.5 ECTS, Tino Hausotte, SS 2022 442

Prozess- und Temperaturmesstechnik
- Prozess- und Temperaturmesstechnik, 5 ECTS, Tino Hausotte, Elisa Wenig, Lorenz Butzhammer, WS 2021/2022 444

Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung
- Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung, 2.5 ECTS, Tino Hausotte, Tamara Reuter, Matthias Busch, WS 2021/2022 447

Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement
- Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement, 2.5 ECTS, Tino Hausotte, Assistenten, SS 2022 449

Rechnergestützte Messtechnik
- Rechnergestützte Messtechnik, 5 ECTS, Tino Hausotte, Assistenten, SS 2022 451

Grundlagen der Messtechnik
- Grundlagen der Messtechnik, 5 ECTS, Tino Hausotte, , , WS 2021/2022 455

1.4.8.4 Grundlagen der Produktentwicklung

Grundlagen der Produktentwicklung
- Grundlagen der Produktentwicklung, 7.5 ECTS, Marcel Bartz, und Mitarbeiter/innen, WS 2021/2022 461

Technische Darstellungslehre 2
- Technische Darstellungslehre II, 2.5 ECTS, Benjamin Gerschütz, SS 2022 465

Technische Produktgestaltung
- Technische Produktgestaltung, 5 ECTS, Sandro Wartzack, Benjamin Schleich, SS 2022 468

1.4.8.5 Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik

Handhabungs- und Montagetechnik
- Handhabungs- und Montagetechnik, 5 ECTS, Jörg Franke, u.a., SS 2022 472

Produktionssystematik
- Produktionssystematik, 5 ECTS, Jörg Franke, WS 2021/2022 426

Produktionstechnik I und II
- Produktionstechnik I + II, 5 ECTS, Marion Merklein, Dietmar Drummer, Jörg Franke, Michael Schmidt, Nico Hanenkamp, WS 2021/2022, 2 Sem. 474

1.4.9 Nebenfach Politische Wissenschaften

Basismodul Außereuropäische Regionen I

Basismodul Außereuropäische Regionen II

Basismodul Internationale Beziehungen I

Basismodul Internationale Beziehungen II

Basismodul Politische Systeme I

Basismodul Politische Systeme II

Basismodul Politische Theorie und Ideengeschichte I

Basismodul Politische Theorie und Ideengeschichte II

Einführung in die Politikwissenschaft

1.4.10 Nebenfach Romanistik

1.4.10.1 Nebenfach Romanistik für Informatikstudierende

1.4.10.1.1 Nebenfach Frankoromanistik für Informatikstudierende

Basismodul Einführung in die Französische Literaturwissenschaft
Basismodul Einführung in die Französische Sprachwissenschaft
Basismodul Französische Sprachpraxis 1
Basismodul Französische Sprachpraxis 1
Basismodul Französische Sprachpraxis 2
Basismodul Französische Sprachpraxis 2

1.4.10.1.2 Nebenfach Italoromanistik für Informatikstudierende

Basismodul Italienische Literaturwissenschaft
Basismodul Italienische Sprachpraxis 1
Basismodul Italienische Sprachwissenschaft

1.4.10.1.3 Nebenfach Iberoromanistik für Informatikstudierende

Basismodul Spanische Literaturwissenschaft
Basismodul Spanische Sprachwissenschaft
Spanische Sprachpraxis 1

1.4.10.2 Nebenfach Romanistik für Informatikstudierende

1.4.10.2.1 Nebenfach Frankoromanistik für Informatikstudierende

Basismodul Einführung in die Französische Literaturwissenschaft
Basismodul Einführung in die Französische Sprachwissenschaft
Basismodul Französische Sprachpraxis 1
Basismodul Französische Sprachpraxis 1
Basismodul Französische Sprachpraxis 2
Basismodul Französische Sprachpraxis 2

1.4.10.2.2 Nebenfach Italoromanistik für Informatikstudierende

Basismodul Italienische Literaturwissenschaft
Basismodul Italienische Sprachpraxis 1
Basismodul Italienische Sprachwissenschaft

1.4.10.2.3 Nebenfach Iberoromanistik für Informatikstudierende

Basismodul Spanische Literaturwissenschaft
Basismodul Spanische Sprachwissenschaft
Spanische Sprachpraxis 1

1.4.11 Nebenfach Philosophie

Basismodul Philosophie
Einführung in die Philosophie

Grundkurs Praktische Philosophie

Philosophie systematisch

Philosophiegeschichte im Überblick

Theoretische Philosophie 1

1.4.12 Nebenfach Ökonomie

Betriebliches Rechnungswesen I

Einführung in die Volkswirtschaftslehre

Makroökonomie

1.4.13 Nebenfach Medizinische Informatik

1.4.13.1 Schwerpunkt Bildverarbeitung

Biomedizinische Signalanalyse

- Biomedizinische Signalanalyse, 5 ECTS, Björn Eskofier, WS 2021/2022 103

CT Reconstruction

Computer Architectures for Medical Applications

- Computer Architectures for Medical Applications, 5 ECTS, N.N., Gerhard Wellein, SS 2022 476

Diagnostic Medical Image Processing

- Diagnostic Medical Image Processing (VHB-Kurs), 5 ECTS, Luis Carlos Rivera Monroy, Celia Martín Vicario, Arpitha Ravi, SS 2022 107

Einführung in die Bioinformatik für die Translationale Medizin

- Einführung in die Bioinformatik für die Translationale Medizin, 5 ECTS, Meik Kunz, SS 2022 478

Einführung in die Medizinische Informatik

- Einführung in die Medizinische Informatik für Informatik-Nebenfachstudierende, 5 ECTS, Wolfgang Rödle, Oliver Amft, Wolfgang Uter, Werner Adler, Meik Kunz, SS 2022 480

Hauptseminar im Bereich Medizinische Bildverarbeitung

Interventional Medical Image Processing

- Interventional Medical Image Processing (Online-Kurs), 5 ECTS, Luis Carlos Rivera Monroy, Celia Martín Vicario, Arpitha Ravi, SS 2022 109

Interventional Medical Image Processing mit Übung

Medical Physics in Nuclear Medicine

- Medical Physics in Nuclear Medicine, 2.5 ECTS, Philipp Ritt, und Mitarbeiter/innen, WS 2021/2022 482

Segmentierung

Visual Computing in Medicine

- Visual Computing in Medicine, 5 ECTS, Peter Hastreiter, Thomas Wittenberg, WS 2021/2022, 2 Sem. 124

1.4.13.2 Schwerpunkt Physiologie

Biosignalverarbeitung

Einführung in die Medizinische Informatik

- Einführung in die Medizinische Informatik für Informatik-Nebenfachstudierende, 5 ECTS, Wolfgang Rödle, Oliver Amft, Wolfgang Uter, Werner Adler, Meik Kunz, SS 2022 480

1.4.13.3 Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen

Einführung in die Medizinische Informatik

- Einführung in die Medizinische Informatik für Informatik-Nebenfachstudierende, 5 ECTS, Wolfgang Rödle, Oliver Amft, Wolfgang Uter, Werner Adler, Meik Kunz, SS 2022 480

IT- Service-, Sicherheits- und Risikomanagement im Krankenhaus

- IT- Service-, Sicherheits- und Risikomanagement im Krankenhaus, 5 ECTS, Hans-Ulrich Prokosch, Wolfgang Rödle, WS 2021/2022 484

Informationssysteme im Gesundheitswesen

- Informationssysteme im Gesundheitswesen, 5 ECTS, Hans-Ulrich Prokosch, WS 2021/2022 486

Klinische Datenwissenschaften

- Klinische Datenwissenschaften, 5 ECTS, Dennis Toddenroth, SS 2022 488

Maschinelles Lernen in der klinischen Bioinformatik

- Maschinelles Lernen in der klinischen Bioinformatik, 5 ECTS, Meik Kunz, WS 2021/2022 490

Seminar Informationssysteme im Gesundheitswesen

Wissensverarbeitung und Wissensmanagement in der Medizin 2

- Wissensverarbeitung und Wissensmanagement in der Medizin 2, 5 ECTS, Dennis Toddenroth, Wolfgang Rödle, WS 2021/2022 492

eHealth

- eHealth, 5 ECTS, Wolfgang Rödle, SS 2022 494

1.4.13.4 Schwerpunkt Biometrie

Einführung in die Medizinische Informatik

- Einführung in die Medizinische Informatik für Informatik-Nebenfachstudierende, 5 ECTS, Wolfgang Rödle, Oliver Amft, Wolfgang Uter, Werner Adler, Meik Kunz, SS 2022 480

Public Health und evidenzbasierte Medizin

1.4.14 Nebenfach Geowissenschaften

Der Mensch im geowissenschaftlichen Umfeld I

- Der Mensch im geol Umfeld [Nebenfach - Z-Edu-Geo 2 + SQ], 5.0 ECTS, Matthias Göbbels, WS 2021/2022 496

Der Mensch im geowissenschaftlichen Umfeld II

Z-Edu-Geo 1 - Das System Erde

- Das System Erde [Z-Edu-Geo I + Nebenfach Mathe + Informatik + Modulstudien Naturale], 5 ECTS, Anette Regelous, Laura-Therese Heinl, WS 2021/2022 498

Z-Edu-Geo 2 - Der Mensch im geowissenschaftlichen Umfeld

- Der Mensch im geol Umfeld [Nebenfach - Z-Edu-Geo 2 + SQ], 5.0 ECTS, Matthias Göbbels, WS 2021/2022 500

1.4.15 Nebenfach Rechtswissenschaften

Einführungsmodul Rechtswissenschaften

1.4.15.1 Zivilrecht und Legal Tech

Gewerblicher Rechtsschutz

Legal Tech - Von der juristischen Methodenlehre zur Computerwissenschaft

Urheberrecht

Zivilrechtliches Proseminar

1.4.15.2 Strafrecht

Strafprozessrecht

Strafrecht

1.4.16 Nebenfach Germanistische Linguistik

Grammatik und Lexikon: Theorie und Anwendung, aus Muttersprachen- und DaF-Perspektive

Grundlagen der Germanistischen Linguistik 1 (Ling BM 1)

Historische Linguistik und Sprachwandel

Lexikographie und Lexikologie

Sprachnorm und Variation (Germanistik)

Sprachvariation - Sprachkontakt - Kontrastive Linguistik

Vertiefungsmodul Gegenwartssprache/DAF (Ling VM 2)

Vertiefungsmodul Sprachwandel und Variation (Ling VM 1)

1.4.17 Nebenfach Japanologie

1.4.17.1 Nebenfach Japanologie für Informatikstudierende

Grundlagen Japanologie 1

Japanisch 1

1.4.18 Nebenfach Englische Linguistik

Hauptmodul A Linguistics

Optionsmodul L-GYM Linguistics

1.4.19 Nebenfach Skandinavistik

Literaturwissenschaft 1

Nordische Erstsprache 1

Nordische Erstsprache 2

Nordische Kulturgeschichte 1

1.4.20 Nebenfach Sinologie

Modernes Chinesisch 1
- Modernes Chinesisch 1, 10 ECTS, N.N, WS 2021/2022 502

Modernes Chinesisch 2
- Modernes Chinesisch 2, 10 ECTS, N.N, SS 2022 503

Modernes Chinesisch 3
- Modernes Chinesisch 3, 10 ECTS, N.N, WS 2021/2022 504

Modernes Chinesisch 4
- Modernes Chinesisch 4, 5 ECTS, N.N, SS 2022 505

Nebenfach Kunsterziehung

Nebenfach Physik

Nebenfach Soziologie

1.4.21 Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering

A look inside the human body - gait analysis and simulation
- A look inside the human body - gait analysis and simulation, 2.5 ECTS, Anne Koelewijn, WS 2021/2022 506

Biomedizinische Signalanalyse
- Biomedizinische Signalanalyse, 5 ECTS, Björn Eskofier, WS 2021/2022 103

Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie
- Numerische Neurotechnologie, 5 ECTS, N.N, SS 2022 127

Fantastic datasets and where to find them
- Fantastic datasets and where to find them, 2.5 ECTS, Andreas Kist, SS 2022 164

Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology
- Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology, 5 ECTS, Alessandro Del Vecchio, SS 2022 508

Legged Locomotion of Robots (LLR)
- Legged Locomotion of Robots, 2.5 ECTS, Anne Koelewijn, SS 2022 168

Legged Locomotion of Robots + Laborprojekt (LLR-L)
- Legged Locomotion of Robots Deluxe, 5 ECTS, Anne Koelewijn, SS 2022 202

Seminar AI for Healthcare: Challenges in Translating Promises into Patient Outcomes (AIOutcome)

Seminar Intraoperative Imaging and Machine Learning
- Seminar Intraoperative Imaging and Machine Learning, 5 ECTS, Katharina Breininger, Holger Kunze, WS 2021/2022 510

Seminar: Digital Pathology and Deep Learning
- Seminar Digital Pathology and Deep Learning, 5 ECTS, Katharina Breininger, Andreas Maier, Samir Jabari, Ingmar Blümcke, SS 2022 512

The why and how of human gait simulations
- The why and how of human gait simulations, 2.5 ECTS, Anne Koelewijn, WS 2021/2022 514

Virtual Reality in den Neurowissenschaften (VRNeuro)

Virtual and Augmented Reality (VRAR)

Advanced Upper-Limb Prosthetics
- Advanced Upper-Limb Prosthetics (Fortgeschrittene Obergliedmaßenprothetik), 5 ECTS, Claudio Castellini, Marek Sierotowicz, WS 2021/2022 516

Algorithmische Bioinformatik
- Algorithmische Bioinformatik, 5 ECTS, David B. Blumenthal, und Mitarbeiter/innen, WS 2021/2022 137

Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces
- Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces, 5 ECTS, Alessandro Del Vecchio, Thomas Mehari Kinfe, WS 2021/2022 198

Interpretation and Analysis of Neural and Muscle Signals (BioSignalIS)
- Interpretation and Analysis of Neural and Muscle Signals, 5 ECTS, Alessandro Del Vecchio, Seung Hee Yang, WS 2021/2022 518

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 520

Network medicine
- Network Medicine, 5 ECTS, David B. Blumenthal, und Mitarbeiter/innen, WS 2021/2022 158

Physiological Driven Control and Design of Exoskeletons (NEXO)

- Physiological Driven Control and Design of Exoskeletons, 5 ECTS, Alessandro Del Vecchio, Sebastian Reitelshöfer, WS 2021/2022 522

Projekt Biomedical Network Science

- Projekt Biomedical Network Science, 10 ECTS, David B. Blumenthal, und Mitarbeiter/innen, SS 2022 186

Cognitive Neuroscience for AI Developers

- Cognitive Neuroscience for AI Developers, 5 ECTS, Patrick Krauß, Andreas Maier, SS 2022 60

Computational Magnetic Resonance Imaging

- Computational Magnetic Resonance Imaging, 5 ECTS, Florian Knoll, Bruno Riemenschneider, WS 2021/2022 70

Inertial Sensor Fusion

- Inertial Sensor Fusion, 5 ECTS, Thomas Seel, WS 2021/2022 72

Exergames

- Exergames, 5 ECTS, N.N, WS 2021/2022 524

Artificial Motor Learning

- Artificial Motor Learning, 5 ECTS, Thomas Seel, Simon Bachhuber, Ive Weygers, SS 2022 67

Introduction to Explainable Machine Learning

- Introduction to Explainable Machine Learning, 5 ECTS, Thomas Seel, SS 2022 139

Biosignals in Rehabilitation Robotics

- Seminar: Biosignals in Rehabilitation Robotics, 2.5 ECTS, Fabio Andre Egle, SS 2022 526

Diagnostic Medical Image Processing

- Diagnostic Medical Image Processing (VHB-Kurs), 5 ECTS, Luis Carlos Rivera Monroy, Celia Martín Vicario, Arpitha Ravi, SS 2022 107

Interventional Medical Image Processing

- Interventional Medical Image Processing (Online-Kurs), 5 ECTS, Luis Carlos Rivera Monroy, Celia Martín Vicario, Arpitha Ravi, SS 2022 109

Kolloquium im Bereich Mustererkennung

- Kolloquium im Bereich Mustererkennung, 5 ECTS, Christian Riess, Andreas Maier, Katharina Breininger, Armin Nagel, Elmar Nöth, SS 2022 527

Learning and interaction in medical robotics

- Seminar: Learning and Interaction in Medical Robotics, 2.5 ECTS, Marek Sierotowicz, SS 2022 529

Medizintechnik II (Bildgebende Verfahren)

- Medizintechnik II (Bildgebende Verfahren), 5 ECTS, Bernhard Kainz, Florian Knoll, SS 2022 530

Rehabilitation and Assistive Robotics

- Rehabilitation and Assistive Robotics, 5 ECTS, Claudio Castellini, Marek Sierotowicz, SS 2022 532

Seminar Rehabilitation and assistive robotics (Rehabilitations- und Unterstützungsrobotik)

- Seminar Rehabilitation and assistive robotics (Rehabilitations- und Unterstützungsrobotik), 2.5 ECTS, Claudio Castellini, WS 2021/2022 534

Seminar Sprachtechnologie für Sprachpathologien

- Seminar Automatische Analyse von Stimm-, Sprech- und Sprachstörungen bei Sprachpathologien, 5 ECTS, Seung Hee Yang, Andreas Maier, SS 2022 535

1.4.22 Nebenfach High Performance Computing

Advanced Programming Techniques

- Advanced Programming Techniques, 7.5 ECTS, Harald Köstler, WS 2021/2022 27

High End Simulation in Practice

- High End Simulation in Practice, 7.5 ECTS, Harald Köstler, SS 2022 537

Programming Techniques for Supercomputers (Lecture and Tutorial)

- Programming Techniques for Supercomputers (Lecture and Tutorial), 7.5 ECTS, Gerhard Wellein, SS 2022 539

Rechnerarchitektur (Vorlesung mit Übung und Rechnerübung)

- Rechnerarchitektur (Vorlesung mit Übung und Rechnerübung), 7.5 ECTS, Dietmar Fey, WS 2021/2022 52

Simulation und Wissenschaftliches Rechnen

- Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 1, 7.5 ECTS, Ulrich Rüde, Christoph Pflaum, WS 2021/2022 541

Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 2

- Simulation und wissenschaftliches Rechnen 2, 7.5 ECTS, Christoph Pflaum, SS 2022 543

Mastermodul

Modulbezeichnung:	**Advanced Design and Programming (5-ECTS) (OSS-ADAP)** (Advanced Design and Programming (5-ECTS))	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Dirk Riehle	
Lehrende:	Dirk Riehle	

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

Lehrveranstaltungen:

Advanced Design and Programming (VL) (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Dirk Riehle)
Advanced Design and Programming (UE) (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Dirk Riehle)

Empfohlene Voraussetzungen:

INF-AuD or compatible / equivalent course

Inhalt:

This course teaches principles and practices of advanced object-oriented design and programming.
Dieser Kurs wird auf Deutsch gehalten.
It consists of a weekly lecture with exercises, homework and self-study. This is a hands-on course and students should be familiar with their Java IDE.
Students learn the following concepts:
Class-Level

- Method design
- Class design
- Classes and interfaces
- Subtyping and inheritance
- Implementing inheritance
- Design by contract

Collaboration-Level

- Values vs. objects
- Role objects
- Type objects
- Object creation
- Collaboration-based design
- Design patterns

Component-Level

- Error handling
- Meta-object protocols
- Frameworks and components
- Domain-driven design
- API evolution

The running example is the photo sharing and rating software Wahlzeit, see https://github.com/dirkriehle/wahlzeit
Class is held as a three hour session with a short break in between. Students should have a laptop ready with a working Java programming setup.
Schedule and sign-up are available at https://oss.cs.fau.de/oss-adap-course . Please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible.
This course will be taught online. Please see the course management system for a link to the online lecture hall.

Lernziele und Kompetenzen:

- Students learn to recognize, analyze, and apply advanced concepts of object-oriented design and programming
- Students learn to work effectively with a realistic tool set-up, involving an IDE, configuration management, and a service hoster

Literatur:

- See http://goo.gl/BZpU8

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Data Science (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Advanced Design and Programming (5-ECTS) (Prüfungsnummer: 70081)

(englische Bezeichnung: Advanced Design and Programming (5-ECTS))

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

- Class quizzes: 10% (Every week except first week; each quiz takes 10 minutes. Each quiz consists of 5 questions at 2 points each)
- Homework assignments: 40% (Every week except first week)
- Oral exam: 50% (Once, 30 min. Can be dropped, if you and we agree)

Prüfungssprache: Deutsch

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

1. Prüfer: Dirk Riehle

Modulbezeichnung:	**Advanced Programming Techniques (AdvPT)** (Advanced Programming Techniques)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Harald Köstler	
Lehrende:	Harald Köstler	

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

Lehrveranstaltungen:

Advanced Programming Techniques (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Harald Köstler)
Exercises for Advanced Programming Techniques (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, N.N.)

Inhalt:

Der Inhalt der Vorlesung besteht aus zahlreichen fortgeschrittenen C++-Themen, die ausgerichtet sind auf die richtige und effiziente Nutzung von C++ für eine professionelle Softwareentwicklung.
The content of the lecture will consist of various topics of advanced C++ programming, aimed at teaching the proper and efficient usage of C++ for professional software development.
These are basic language concepts, the newer standards (starting from C++11), object oriented programming in C++, static and dynamic polymorphism, template metaprogramming, and C++ idioms and design patterns.
A good preparation for the lecture is the C++ primer book from S. Lippman et al. One should at least have several hundred hours of programming experience in C/C++ or any related object oriented programming language. Knowledge of basic concepts like pointers, references, inheritance and polymorphism is required.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Lernende können die grundlegenden Sprachkonstrukte in den verschiedenen C++ Standards wiedergeben.
Students know the basic language constructs from different C++ standards.

Verstehen

Lernende verstehen das C++ Objektmodell und können es mit anderen Programmiersprachen vergleichen.
Students understand the C++ object model and are able to compare it to other programming languages.

Anwenden

Lernenden können Standardalgorithmen in einer objektorientierten Programmiersprache implementieren.
Students can implement standard algorithms in an object oriented programming language.

Analysieren

Lernende können gängige Design Patterns klassifizieren und deren Anwendbarkeit für bestimmte Probleme diskutieren.
Students are able to classify common design patterns and to discuss their usability for certain problems.

Evaluieren (Beurteilen)

Lernende können entscheiden, welches Software Design passend für eine bestimmte Aufgabe ist. Sie können auch den Implementierungsaufwand dafür abschätzen.
Students can decide, which software design fits for a certain task. They are also able to estimate the programming effort for it.

Erschaffen

Lernende entwickeln selbständig in einer Gruppe ein größeres Softwarepaket im Bereich Simulation und Optimierung.
Students develop together in a group a larger software project in the area of simulation and optimization on their own.

Literatur:

- S. Lippman: C++ Primer, Addison-Wesley
- S. Meyers: Effective C++ Third Edition, Addison-Wesley
- H. Sutter: Exceptional C++, Addison-Wesley

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach High Performance Computing)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "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)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Advanced Programming Techniques (Vorlesung mit Übung) (Prüfungsnummer: 465562)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
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 des Programmierprojektes. 60 minute written examination. Successful submission of the programming project is the prerequisite for the written exam.

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Harald Köstler

Modulbezeichnung:	**Approximate Computing (APPROXC)** (Approximate Computing)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Oliver Keszöcze, Jürgen Teich	
Lehrende:	Jürgen Teich, Oliver Keszöcze	

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

Lehrveranstaltungen:

Approximate Computing (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Oliver Keszöcze et al.)
Exercises to Approximate Computing (SS 2022, Übung, Pierre-Louis Sixdenier et al.)

Inhalt:

Approximate Computing denotes a quite young research area that exploits the fact and capability of many applications and systems to tolerate imprecision and/or inexactness of computed results. Prominent areas of applications and novel techniques of computing approximate rather than exact results have brought up new implementations either at hardware and/or software levels for important emergent workloads such as searching, mining, image processing, and data retrieval.

Although hardware technology is improving at a fast pace, energy and power are becoming more and more important constraints apart from exactly computing results in an acceptable amount of time. The main goals of approximate computing techniques are therefore to exploit the possible trade-off between power/energy consumption, accuracy, performance, and/or cost, e.g., utilized hardware resources.

The purpose of the course approximate computing is to instruct students about the main ideas and concepts of approximate computing. This includes analyzing the trade-off between energy consumption, accuracy, run-time and hardware costs, concrete approximating techniques (e.g. approximate hardware synthesis, approximating algorithms) as well as theoretical background (determining the computational error and its complexity).

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

- The students know the principles and benefits of Approximate Computing and when it is applicable.
- The students know multiple error metrics and their semantic meaning.

Verstehen

- The students understand the difference between the error metrics.
- The students understand the principle of function falsification.
- The students can apply the presented approximation techniques.

Anwenden

- The students are capable of choosing the appropriate approximation technique based on given requirements.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (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)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Approximate Computing (Prüfungsnummer: 965820)
(englische Bezeichnung: Approximate Computing)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
On default, an oral examination of duration 30 minutes will determine your grade. Due to COVID19, the examination can alternatively be held as a remote digital examination using Zoom. However, if a large number of students participate, your grade will be determined by a written examination of duration 60 minutes.
Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Oliver Keszöcze, 2. Prüfer: Jürgen Teich

Modulbezeichnung:	**Eingebettete Systeme mit erweiterter Übung (ES-VEU)** (Embedded Systems with Extended Exercises)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Frank Hannig	
Lehrende:	Frank Hannig	

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

Lehrveranstaltungen:

Eingebettete Systeme (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Frank Hannig)
Übung zu Eingebettete Systeme (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Peter Brand et al.)
Erweiterte Übungen zu Eingebettete Systeme (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Peter Brand et al.)

Inhalt:

Das Modul, Eingebettete Systeme mit erweiterter Übung, thematisiert den Entwurf und die Implementierung eingebetteter Systeme unter Einsatz formaler Methoden und rechnergestützter Entwurfsverfahren.

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

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

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

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

- Die Studierenden setzen sich mit einem aktuellen Forschungsgebiet auseinander. / *The students deal with a current field of research.*
- In den erweiterten Übungen lernen die Studierenden aktuelle Entwurfswerkzeuge für die Architektursynthese (Hardware) und Softwaresynthese vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls kennen. / *In the extended exercises, the students learn about current design tools for architecture synthesis (hardware) and software synthesis on-site at the chair's computer workstations.*

Verstehen

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

Anwenden

- Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an zur Analyse und Optimierung von Hardware-Architekturen und Echtzeit-Softwaresystemen. / *The students apply basic algorithms to analyze and optimize hardware architectures and real-time software systems.*
- Die Studierenden erfassen den Hardware/Software-Entwurf von Systemen mit harten Beschränkungen. / *The students understand the hardware/software design of hard-constrained systems.*
- Die Studierenden wenden aktuelle Entwurfswerkzeuge, die auf den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls installiert sind, an, um damit die Aufgaben der erweiterten Übungen unter Anlei-

tung zu lösen. / *The students apply current design tools installed on the chair's computer workstations to solve the tasks of the extended exercises with the help of instructions.*

Sozialkompetenz

- Die Studierenden lernen aktuelle Entwurfswerkzeuge für die Architektursynthese (Hardware) und Softwaresynthese kennen bei der kooperativen Bearbeitung der erweiterten Übung in Gruppen. / *The students learn about current design tools for architecture synthesis (hardware) and software synthesis by processing the extended exercises in groups cooperatively.*

Literatur:

empfohlenes Buch zur Begleitung und Vertiefung:

- Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (Prüfungsnummer: 773774)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Klausur (90 min) und erfolgreicher Bearbeitung aller Übungsaufgaben in den erweiterten Übungen (verpflichtend, vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls).

Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.

- Unterrichtssprache: Die Vorlesung wird auf Deutsch gehalten. Zusätzlich werden englische Vorlesungsaufzeichnungen zur Verfügung gestellt.
- Prüfungssprache: Die Sprache der Klausur ist abhängig von der Wahl der Studierenden entweder Deutsch oder Englisch.

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

1. Prüfer: Frank Hannig

Organisatorisches:

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

Modulbezeichnung:	**Eingebettete Systeme (ES-VU)** (Embedded Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Frank Hannig	
Lehrende:	Frank Hannig	

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

Lehrveranstaltungen:

Eingebettete Systeme (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Frank Hannig)
Übung zu Eingebettete Systeme (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Peter Brand et al.)

Inhalt:

Schwerpunkt des Moduls ist der Entwurf und die Implementierung eingebetteter Systeme unter Einsatz formaler Methoden und rechnergestützter Entwurfsverfahren.
Unter eingebetteten Systemen versteht man Rechensysteme, die auf einen Anwendungsbereich zugeschnitten (z.B. mobile Kommunikationsgeräte, Chipkartensysteme, Industriesteuerungen, Unterhaltungselektronik, Medizintechnik) und in einen technischen Kontext eingebunden sind. Das große Interesse am systematischen Entwurf von heterogenen eingebetteten Systemen ist verursacht durch die steigende Vielfalt und Komplexität von Anwendungen für eingebettete Systeme, die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken sowie durch Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Methoden).
Content:
The focus of this module is the design and implementation of embedded systems using formal methods and computer-aided design techniques.
Embedded systems are computing systems tailored for a particular application (e.g., mobile communication devices, smart card systems, industrial control, consumer electronics, medical technology) and integrated into a technical context. The keen interest in the systematic design of heterogeneous embedded systems is driven by the increasing diversity and complexity of embedded system applications, the need to reduce design and test costs, and advances in key technologies (microelectronics, formal methods).

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

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

Verstehen

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

Anwenden

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

Literatur:

empfohlenes Buch zur Begleitung und Vertiefung:

- Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Advanced Signal Processing & Communications 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)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen) (Prüfungsnummer: 604896)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.

- Unterrichtssprache: Die Vorlesung wird auf Deutsch gehalten. Zusätzlich werden englische Vorlesungsaufzeichnungen zur Verfügung gestellt.
- Prüfungssprache: Die Sprache der Klausur ist abhängig von der Wahl der Studierenden entweder Deutsch oder Englisch.

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Frank Hannig

Organisatorisches:

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

Modulbezeichnung:	**Human Computer Interaction (HCI)** (Human Computer Interaction)	**5 ECTS**
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 Intefaces and their advantages and disadvantages.
- Joining the course enalbes 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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications 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)", "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)", "Medizintechnik (Master 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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Björn Eskofier

Organisatorisches:

Folien zur Vorlesung und Organisation über StudOn.
Organisation and slides via StudOn.

Modulbezeichnung:	**Informationsvisualisierung (InfoVIS)** (Information Visualization)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Roberto Grosso	
Lehrende:	Roberto Grosso	

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

Lehrveranstaltungen:

Informationsvisualisierung (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Roberto Grosso)
Übung zur Informationsvisualisierung (SS 2022, Übung, Roberto Grosso)

Empfohlene Voraussetzungen:

Die Programmieraufgaben werden in JavaScript implementiert.

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

Algorithmik kontinuierlicher Systeme

Inhalt:

Aufgrund der rasanten Entwicklung der Informationstechnologie sind wir mit einer noch nie dagewesenen Flut an Daten konfrontiert. Informationsvisualisierung befasst sich mit der graphischen Darstellung abstrakter Daten, die keine räumliche Struktur aufweisen. Die Visualisierung abstrakter Daten nutzt visuelle Metaphern und Interaktion, um Information aus den Daten zu extrahieren. Typische Anwendungsszenarien sind die Analyse von Finanztransaktionen oder sozialen Netzwerken, Geographie, Textanalyse oder Visualisierung von Software-Quellcode.

In dieser Vorlesung werden unterschiedliche Techniken vorgestellt, um verschieden Arten von Daten zu visualisieren. Insbesondere werden folgende Themen behandelt:

- Graphen und Netzwerke
- Dynamische Graphen
- Hierarchien und Bäume
- Multivariate Daten
- Time-Series Daten
- Textvisualisierung

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

Wissen

- zählen Datentypen der Informationsvisualisierung auf
- nennen Techniken zur Visualisierung unterschiedlicher Datentypen der Informationsvisualisierung
- beschreiben Anwendungsfällen für die unterschiedlichen Datentypen der Informationsvisualisierung

Verstehen

- stellen Algorithmen der Informationsvisualisierung dar und erläutern ihre Eigenschaften, Vorteile und Nachteile
- illustrieren Techniken zu Auswertung und Analyse von Daten der Informationsvisualisierung
- implementieren die vorgestellten Algorithmen in JavaScript

Anwenden

- wenden Algorithmen zur Visualisierung unterschiedlichen Daten an
- erklären und charakterisieren Techniken der Informationsvisualisierung
-

Analysieren

- klassifizieren Algorithmen zur Visualisierung multivariater Daten, Netzwerke, Hierarchien und Text und erklären ihrer Funktionsweise
- erkunden die Effizienz der vorgestellten Algorithmen für unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten

Evaluieren

- bewerten Anwendbarkeit und Performance spezieller Algorithmen der Informationsvisualisierung
- vergleichen Methoden zur Analyse und Auswertung von Daten der Informationsvisualisierung

- überprüfen die Anwendbarkeit der diskutierten Techniken für unterschiedliche, speziell ausgewählten Fälle

Literatur:

- Robert Spence: Information Visualization: Design for Interaction
- Stuart K. Card, Jock Mackinlay, Ben Shneiderman: Readings in Information Visualization - Using Vision to Think
- Benjamin B. Bederson, Ben Shneiderman: The Craft of Information Visualization - Readings and Reflections
- Tamara Munzner: Visualization Analysis and Design

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Data Science (Bachelor of Science)", "Digital Humanities (Master of Arts)", "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)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Informationsvisualisierung (Prüfungsnummer: 299892)
(englische Bezeichnung: Information Visualization)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Roberto Grosso

Modulbezeichnung:	**Middleware - Cloud Computing V+EÜ (MW-VEU)** (Middleware - Cloud Computing L+EE)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tobias Distler	
Lehrende:	Laura Lawniczak, Tobias Distler, Michael Eischer	

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

Lehrveranstaltungen:

Middleware - Cloud Computing (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Tobias Distler)
Übungen zu Middleware - Cloud Computing (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Laura Lawniczak et al.)
Übungen zu Middleware - Cloud Computing (Rechnerübungen) (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Laura Lawniczak et al.)

Inhalt:

- Überblick Cloud Computing
- Grundlagen verteilter Programmierung (Web Services/SOAP/REST)
- Virtualisierung als Basis für Cloud Computing
- Infrastructure as a Service (IaaS) am Beispiel von Eucalyptus und Amazon EC2
- Skalierbare Verarbeitung von großen Datenmengen
- Interoperabilität und Multi-Cloud Computing
- Fehlertoleranz und Sicherheit im Kontext von Cloud Computing
- Aktuelle Forschungstrends (z.B. einbruchstolerante Systeme)

Lernziele und Kompetenzen:

Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:

- nennen unterschiedliche Ausprägungen von Cloud-Computing.
- erläutern verschiedene Cloud-Architekturen.
- stellen Vor- und Nachteile von Cloud-Computing gegenüber.
- unterscheiden die Herangehensweisen bei der Entwicklung von SOAP- im Vergleich zu REST-Anwendungen.
- organisieren den Austausch von Informationen in einer verteilten Anwendung unter Verwendung eines Verzeichnisdienstes.
- entwickeln eigene auf Web-Services basierende Anwendungen.
- bewerten die Vor- und Nachteile der Bündelung von Nachrichten beim Aufruf von Web-Services.
- erläutern die Anforderungen an ein virtualisiertes System.
- beschreiben die für die Virtualisierung eines Systems erforderlichen Kriterien.
- vergleichen zwischen unterschiedlichen Virtualisierungstechniken und -ebenen.
- schildern den Aufbau und die Funktionsweise von Xen und Linux-VServer.
- erproben das Einrichten eines Abbilds für eine virtuelle Maschine.
- skizzieren die Architektur einer Infrastruktur-Cloud sowie die Aufgabenbereiche hierfür zentraler Komponenten am Beispiel von Eucalyptus.
- erproben das Bereitstellen von Anwendungen in einer Infrastruktur-Cloud.
- zeigen die Grundlagen Software-definierter Netzwerke am Beispiel von Onix und B4 auf.
- bewerten verschiedene im Bereich Cloud-Computing zum Einsatz kommende Datenspeichersysteme (Google File System, Bigtable, Windows Azure Storage, Amazon Dynamo) hinsichtlich der Kriterien Verfügbarkeit, Konsistenz und Partitionstoleranz.
- erläutern eine auf Vektoruhren basierende Methode zur Auflösung im Zusammenhang mit letztendlicher Konsistenz auftretender Konflikte.
- entwickeln ein verteiltes, repliziertes Dateisystem nach dem Vorbild von HDFS, das auf die hierarchische Speicherung großer Datenmengen ausgelegt ist.
- erkunden das Bereitstellen selbst entwickelter Dienste mittels Docker.
- erstellen ein Framework zur parallelen Bearbeitung von Daten nach dem Vorbild von MapReduce.

- konzipieren eigene MapReduce-Anwendungen zur Verarbeitung strukturierter bzw. unstrukturierter Rohdaten.
- diskutieren die Fehlertoleranzmechanismen in Google MapReduce.
- schildern die grundsätzliche Funktionsweise von Systemen zur Kühlung von Datenzentren mittels Umgebungsluft.
- beschreiben das Grundkonzept einer temperaturabhängigen Lastverteilung von Prozessen in einem Datenzentrum.
- stellen diverse Ansätze zur Erhöhung der Energieeffizienz von MapReduce-Clustern gegenüber.
- unterscheiden die Architekturen und Funktionsweisen der Koordinierungsdienste Chubby und ZooKeeper.
- entwickeln einen eigenen Koordinierungsdienst nach dem Vorbild von ZooKeeper.
- ermitteln die Konsistenzeigenschaften der eigenen Koordinierungsdienstimplementierung.
- erläutern unterschiedliche Ansätze zur Reduzierung bzw. Tolerierung von Tail-Latenz.
- skizzieren das Grundkonzept von Erasure-Codes.
- beschreiben den Aufbau eines auf die Clouds mehrerer Anbieter gestützten Datenspeichersystems.
- erläutern den Einsatz passiver Replikation zur Bereitstellung von Fehlertoleranzmechanismen für virtuelle Maschinen am Beispiel von Remus.
- schildern die Grundlagen der Migration von virtuellen Maschinen.
- bewerten die Qualität einer aktuellen Publikation aus der Fachliteratur.
- erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Konsistenz, Skalierbarkeit) und Fehlerquellen bei der Programmierung verteilter Anwendungen.
- können in Kleingruppen kooperativ arbeiten.
- können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.
- reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.
- können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen.

Literatur:

- Mache Creeger. *Cloud computing: An overview.* Queue Distributed Computing, 7(5), 2009.
- Michael Armbrust, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy Katz, Andy Konwinski, Gunho Lee, David Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, and Matei Zaharia. A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, 53(4):5058, 2010.

weite Literaturangaben auf der Vorlesungs-Webseite

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Middleware - Cloud Computing (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (Prüfungsnummer: 722831)
Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Erfolgreiche Bearbeitung aller während des Semesters gestellten Übungsaufgaben (6 Aufgaben, Bewertung jeweils mit "ausreichend") + 30-minütige mündliche Prüfung am Ende des Semesters. Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Bewertung der mündlichen Prüfung.
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Tobias Distler

Modulbezeichnung:	**Middleware - Cloud Computing V+Ü (MW-VU)** (Middleware - Cloud Computing L+E)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tobias Distler	
Lehrende:	Laura Lawniczak, Tobias Distler, Michael Eischer	

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

Lehrveranstaltungen:

Middleware - Cloud Computing (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Tobias Distler)
Übungen zu Middleware - Cloud Computing (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Laura Lawniczak et al.)
Übungen zu Middleware - Cloud Computing (Rechnerübungen) (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Laura Lawniczak et al.)

Inhalt:

- Überblick Cloud Computing
- Grundlagen verteilter Programmierung (Web Services/SOAP/REST)
- Virtualisierung als Basis für Cloud Computing
- Infrastructure as a Service (IaaS) am Beispiel von Eucalyptus und Amazon EC2
- Skalierbare Verarbeitung von großen Datenmengen
- Interoperabilität und Multi-Cloud Computing
- Fehlertoleranz und Sicherheit im Kontext von Cloud Computing
- Aktuelle Forschungstrends

Lernziele und Kompetenzen:

Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:

- nennen unterschiedliche Ausprägungen von Cloud-Computing.
- erläutern verschiedene Cloud-Architekturen.
- stellen Vor- und Nachteile von Cloud-Computing gegenüber.
- unterscheiden die Herangehensweisen bei der Entwicklung von SOAP- im Vergleich zu REST-Anwendungen.
- organisieren den Austausch von Informationen in einer verteilten Anwendung unter Verwendung eines Verzeichnisdienstes.
- entwickeln eigene auf Web-Services basierende Anwendungen.
- erläutern die Anforderungen an ein virtualisiertes System.
- beschreiben die für die Virtualisierung eines Systems erforderlichen Kriterien.
- vergleichen zwischen unterschiedlichen Virtualisierungstechniken und -ebenen.
- schildern den Aufbau und die Funktionsweise von Xen und Linux-VServer.
- erproben das Einrichten eines Abbilds für eine virtuelle Maschine.
- skizzieren die Architektur einer Infrastruktur-Cloud sowie die Aufgabenbereiche hierfür zentraler Komponenten am Beispiel von Eucalyptus.
- erproben das Bereitstellen von Anwendungen in einer Infrastruktur-Cloud.
- zeigen die Grundlagen Software-definierter Netzwerke am Beispiel von Onix und B4 auf.
- bewerten verschiedene im Bereich Cloud-Computing zum Einsatz kommende Datenspeichersysteme (Google File System, Bigtable, Windows Azure Storage, Amazon Dynamo) hinsichtlich der Kriterien Verfügbarkeit, Konsistenz und Partitionstoleranz.
- erläutern eine auf Vektoruhren basierende Methode zur Auflösung im Zusammenhang mit letztendlicher Konsistenz auftretender Konflikte.
- entwickeln ein verteiltes Dateisystem nach dem Vorbild von HDFS, das auf die Speicherung großer Datenmengen ausgelegt ist.
- erkunden das Bereitstellen selbst entwickelter Dienste mittels Docker.
- erstellen ein Framework zur parallelen Bearbeitung von Daten nach dem Vorbild von MapReduce.
- konzipieren eigene MapReduce-Anwendungen zur Verarbeitung strukturierter Rohdaten.
- diskutieren die Fehlertoleranzmechanismen in Google MapReduce.

- schildern die grundsätzliche Funktionsweise von Systemen zur Kühlung von Datenzentren mittels Umgebungsluft.
- beschreiben das Grundkonzept einer temperaturabhängigen Lastverteilung von Prozessen in einem Datenzentrum.
- stellen diverse Ansätze zur Erhöhung der Energieeffizienz von MapReduce-Clustern gegenüber.
- unterscheiden die Architekturen und Funktionsweisen der Koordinierungsdienste Chubby und ZooKeeper.
- entwickeln einen eigenen Koordinierungsdienst nach dem Vorbild von ZooKeeper.
- ermitteln die Konsistenzeigenschaften der eigenen Koordinierungsdienstimplementierung.
- erläutern unterschiedliche Ansätze zur Reduzierung bzw. Tolerierung von Tail-Latenz.
- skizzieren das Grundkonzept von Erasure-Codes.
- beschreiben den Aufbau eines auf die Clouds mehrerer Anbieter gestützten Datenspeichersystems.
- erläutern den Einsatz passiver Replikation zur Bereitstellung von Fehlertoleranzmechanismen für virtuelle Maschinen am Beispiel von Remus.
- schildern die Grundlagen der Migration von virtuellen Maschinen.
- bewerten die Qualität einer aktuellen Publikation aus der Fachliteratur.
- erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Konsistenz, Skalierbarkeit) und Fehlerquellen bei der Programmierung verteilter Anwendungen.
- können in Kleingruppen kooperativ arbeiten.
- können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.
- reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.
- können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen.

Literatur:

- Mache Creeger. *Cloud computing: An overview.* Queue Distributed Computing, 7(5), 2009.
- Michael Armbrust, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy Katz, Andy Konwinski, Gunho Lee, David Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, and Matei Zaharia. A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, 53(4):5058, 2010.

weitere Literaturangaben auf der Vorlesungs-Webseite

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Middleware - Cloud Computing (Vorlesung mit Übungen) (Prüfungsnummer: 557235)
(englische Bezeichnung: Middleware - Cloud Computing (Lecture with Exercises))

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Erfolgreiche Bearbeitung aller während des Semesters gestellten Übungsaufgaben (6 Aufgaben, Bewertung jeweils mit "ausreichend") + 30-minütige mündliche Prüfung am Ende des Semesters. Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Bewertung der mündlichen Prüfung.
Prüfungssprache: Deutsch

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

1. Prüfer: Tobias Distler

Modulbezeichnung:	**Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (MOSES)** (Modeling, Optimization and Simulation of Energy Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Marco Pruckner	
Lehrende:	Marco Pruckner	

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

Lehrveranstaltungen:

Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Marco Pruckner)

Übungen zu Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, N.N.)

Inhalt:

In der Vorlesung Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen werden systemtechnische Planungs- und Analysemethoden behandelt, die zur Lösung komplexer und interdisziplinärer Entscheidungsaufgaben in der Energiewirtschaft eingesetzt werden. Dabei werden die wichtigsten Methoden und Verfahren anhand praktischer Fragestellungen (z.B. Ausbau erneuerbarer Energien, Zunahme der Elektromobilität) aus der energiepolitischen Planung vermittelt und die Bewältigung technisch-ökonomischer Probleme verdeutlicht.

Zu den eingesetzten Tools zählen die Statistiksoftware R, AnyLogic und lpSolve. Vorkenntnisse im Umgang mit diesen Werkzeugen ist nicht zwingend erforderlich. In den Übungen werden Einführungen in die genannten Softwarepakete gegeben.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- unterscheiden Probleme und Herausforderungen, die mit dem Energieumstieg verbunden sind,
- erfassen die Vorteile und die Anwendungsmöglichkeiten computergestützter Planungsmethoden im Energiebereich,
- analysieren verschiedene Problemstellungen und setzen Lösungen dafür um,
- erlernen verschiedene Methoden der Datenanalyse, Optimierung und Simulation.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (Prüfungsnummer: 858896)
(englische Bezeichnung: Modeling, Optimization and Simulation of Energy Systems)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Modulprüfung besteht aus:

- Bearbeitung von bis zu vier Aufgabenblätter in Gruppenarbeit. Für den unbenoteten Übungsschein sind alle Aufgabenblätter korrekt zu lösen und abzugeben.
- Mündliche Prüfung (Dauer: 30 min)

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Marco Pruckner

Organisatorisches:

Die Vorlesung und die Übungen zu MOSES finden ausschließlich online statt!

Modulbezeichnung:	**Parallele Systeme mit erweiterter Übung (PSYS-VEU)** (Parallel Systems with Extended Exercises)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jürgen Teich	
Lehrende:	Jürgen Teich, Frank Hannig	

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

Lehrveranstaltungen:

Parallele Systeme (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Frank Hannig et al.)
Erweiterte Übungen zu Parallele Systeme (SS 2022, Übung, 2 SWS, Michael Witterauf 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).

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
6. Praktische Übungen mit rechnergestützten Werkzeugen

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).

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 architetcures (graphics processors, Cell, etc.)

4. Programming of parallel computers (languages and models, design methods and compiler, optimization)
5. Massive parallelism: From algorithm to circuit
6. Practical training with computer-aided design tools

Lernziele und Kompetenzen:

Schwerpunkt der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundlagen der parallelen Datenverarbeitung. / *The focus of this lecture are foundations of parallel data processing.*

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 Parallelisierungtechniken 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.*
- Die Studierenden wenden das erlernte Wissen in den erweiterten Übungen vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls an. / *The students apply their learned knowledge in hands-on computer exercises on-site at the chair's computer workstations.*

Literatur:

Siehe Webseite: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme/

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Parallele Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (Prüfungsnummer: 740665)
(englische Bezeichnung: Parallel Systems with Extended Exercises)

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

- Prüfung und erfolgreiche Bearbeitung aller Übungsaufgaben in den erweiterten Übungen (verpflichtend, vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls).
- 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.

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023, 2. Wdh.: SS 2023
1. Prüfer: Jürgen Teich, 2. Prüfer: Frank Hannig

Organisatorisches:
Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Parallele Systeme (PSYS-VU)“ aus.
Bemerkungen:
auch für Computational Engineering

Modulbezeichnung:	**Rechnerarchitektur (RA)** (Computer Architecture)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Dietmar Fey	
Lehrende:	Dietmar Fey	

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

Lehrveranstaltungen:

Rechnerarchitektur (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Dietmar Fey)
Übungen zu Rechnerarchitektur (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Sebastian Rachuj)
Rechnerübungen zu Rechnerarchitektur (WS 2021/2022, optional, Übung, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Christian Widerspick)

Inhalt:

Die Vorlesung baut auf die in den Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation vermittelten Inhalte auf und setzt diese mit weiterführenden Themen fort. Es werden zunächst grundlegende fortgeschrittene Techniken bei Pipelineverarbeitung und Cachezugriffen in modernen Prozessoren und Parallelrechnern behandelt. Ferner wird die Architektur von Spezialprozessoren, z.B. DSPs und Embedded Prozessoren behandelt. Es wird aufgezeigt, wie diese Techniken in konkreten Architekturen (Intel Nehalem, GPGPU, Cell BE, TMS320 DSP, Embedded Prozessor ZPU) verwendet werden. Zur Vorlesung wird eine Tafelübung angeboten. Mit erfolgreicher mündlicher Prüfung können 5 ECTS erworben werden. In den Tafelübungen werden die in der Vorlesung vermittelten Techniken durch zu lösende Aufgaben vertieft. In der Rechnerübung soll u.a. ein einfacher Vielkern-Prozessor auf Basis des ZPU-Prozessors mit Simulationswerkzeugen aufgebaut werden. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt:

- Organisationsaspekte von CISC und RISC-Prozessoren
- Behandlung von Hazards in Pipelines
- Fortgeschrittene Techniken der dynamischen Sprungvorhersage
- Fortgeschritten Cachetechniken, Cache-Kohärenz
- Ausnutzen von Cacheeffekten
- Architekturen von Digitalen Signalprozessoren
- Architekturen homogener und heterogener Multikern-Prozessoren (Intel Corei7, Nvidia GPUs, RISC-V)
- Architektur von Parallelrechnern (Clusterrechner, Superrechner)
- Effiziente Hardware-nahe Programmierung von Mulitkern-Prozessoren (OpenMP, SSE, CUDA)
- Leistungsmodellierung und -analyse von Multikern-Prozessoren (Roofline-Modell)

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

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

Verstehen

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

Anwenden

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

Analysieren

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

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Lernende erwerben die Fähigkeit selbstständig Testprogramme zum Bewerten der Leistungsfähigkeit eines Prozessors zu erstellen.

Literatur:

- Patterson/Hennessy: Computer Organization und Design
- Hennessy/Patterson: Computer Architecture - A Quantitative Approach
- Stallings: Computer Organization and Architecture
- Märtin: Rechnerarchitekturen

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "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)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Rechnerarchitektur (Prüfungsnummer: 798810)
(englische Bezeichnung: Computer architecture)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
30-minütige mündliche Prüfung (80%) + 2x-maliges Vorführen einer der Übungsaufgaben (20%)
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Dietmar Fey

Modulbezeichnung:	**Rechnerarchitektur (Vorlesung mit Übung und Rechnerübung) (RA)** (Computer Architecture (Lecture with Exercise and practical course))	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Dietmar Fey	
Lehrende:	Dietmar Fey	

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

Lehrveranstaltungen:

Rechnerarchitektur (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Dietmar Fey)
Übungen zu Rechnerarchitektur (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Sebastian Rachuj)
Rechnerübungen zu Rechnerarchitektur (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Christian Widerspick)

Inhalt:

Die Vorlesung baut auf die in den Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation vermittelten Inhalte auf und setzt diese mit weiterführenden Themen fort. Es werden zunächst grundlegende fortgeschrittene Techniken bei Pipelineverarbeitung und Cachezugriffen in modernen Prozessoren und Parallelrechnern behandelt. Ferner wird die Architektur von Spezialprozessoren, z.B. DSPs und Embedded Prozessoren behandelt. Es wird aufgezeigt, wie diese Techniken in konkreten Architekturen (Intel Nehalem, GPGPU, Cell BE, TMS320 DSP, Embedded Prozessor ZPU) verwendet werden. Zur Vorlesung werden eine Tafel- und eine Rechnerübung angeboten. Die Rechnerübung erfodert 11 erfolgreich abgeschlossene Übungsaufgaben, diese gehen mit 10% in die Modulgesamtnote ein. Die verbleibenden 90% werden durch die mündliche Prüfung bestimmt. Insgesamt werden 7,5 ECTS erworben. In den Tafelübungen werden die in der Vorlesung vermittelten Techniken durch zu lösende Aufgaben vertieft. In der Rechnerübung soll u.a. ein einfacher Vielkern-Prozessor auf Basis des ZPU-Prozessors mit Simulationswerkzeugen aufgebaut werden. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt:

- Organisationsaspekte von CISC und RISC-Prozessoren
- Behandlung von Hazards in Pipelines
- Fortgeschrittene Techniken der dynamischen Sprungvorhersage
- Fortgeschritten Cachetechniken, Cache-Kohärenz
- Ausnutzen von Cacheeffekten
- Architekturen von Digitalen Signalprozessoren
- Architekturen homogener und heterogener Multikern-Prozessoren (Intel Corei7, Nvidia GPUs, RISC-V)
- Architektur von Parallelrechnern (Clusterrechner, Superrechner)
- Effiziente Hardware-nahe Programmierung von Mulitkern-Prozessoren (OpenMP, SSE, CUDA)
- Leistungsmodellierung und -analyse von Multikern-Prozessoren (Roofline-Modell)

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

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

Verstehen

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

Anwenden

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

Analysieren

Lernende können zwischen verschiedenen Varianten von Lösungen einer Prozessorarchitektur klassifizieren, die Gründe für durchgeführte Entwurfsentscheidungen erschließen, Unterscheide gegen-

überstellen und gegeneinander bewerten.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Lernende erwerben die Fähigkeit selbstständig Testprogramme zum Bewerten der Leistungsfähigkeit eines Prozessors zu erstellen.

Literatur:

- Patterson/Hennessy: Computer Organization und Design
- Hennessy/Patterson: Computer Architecture - A Quantitative Approach
- Stallings: Computer Organization and Architecture
- Märtin: Rechnerarchitekturen

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach High Performance Computing)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor 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)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Rechnerarchitektur (Vorlesung mit Übung und Rechnerübung) (Prüfungsnummer: 333815)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
30-minütige mündliche Prüfung + 2x-maliges Vorführen einer der Üungsaufgaben + 5 Abgaben der Rechnerübung

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Dietmar Fey

Organisatorisches:

Schein durch Kolloquium

Modulbezeichnung:	**Swarm Intelligence (SI), formerly Organic Computing (OC) (SI)** (Swarm Intelligence (SI), formerly Organic Computing (OC))	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Rolf Wanka	
Lehrende:	Rolf Wanka	

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

Lehrveranstaltungen:

Swarm Intelligence (SI), formerly Organic Computing (OC) (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Rolf Wanka)
Übungen zu Swarm Intelligence (SS 2022, Übung, 2 SWS, Matthias Kergaßner)

Inhalt:

Unter Swarm Intelligence (SI) versteht man den Entwurf und den Einsatz von selbst-organisierenden Systemen, die sich den jeweiligen Umgebungsbedürfnissen dynamisch anpassen. Diese Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass sie die sog. Self-*-Eigenschaft besitzen, d.h. sie sind selbst-konfigurierend, selbst-optimierend, selbst-heilend, selbst-schützend, selbst-erklärend, ...
Als Vorbild für solche technischen Systeme werden Strukturen und Methoden biologischer und anderer natürlicher Systeme gewählt.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Lernende können Wissen abrufen und wiedergeben. Sie kennen konkrete Einzelheiten wie Begriffe, Definitionen, Fakten, Regeln, Theorien, Merkmale, Kriterien, Abläufe. Sie lernen den Begriff des Organic Computings von anderen Paradigmen zu unterscheiden.

Verstehen

Lernende können Beispiele anführen und Aufgabenstellungen interpretieren.

Anwenden

Lernende können ein neues Problem wie z.B. Ranking-Erstellung durch Transfer des Wissens lösen.

Analysieren

Lernende können ein Problem in einzelne Teile zerlegen und so die Struktur des Problems verstehen.

Sozialkompetenz

Fähigkeit und Bereitschaft, zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten.

Literatur:

- Ch. Müller-Schloer, Ch. von der Malsburg, R. P. Würt. Organic Computing. Informatik-Spektrum, Band 27, Nummer 4, S. 332-336. (LINK)
- I. C. Trelea. The particle swarm optimization algorithm: convergence analysis and parameter selection. Information Processing Letters 85 (2003) 317-325. (LINK)
- J. M. Kleinberg. Authoritative sources in a hyperlinked environment. Journal of the ACM 46 (1999) 604-632. (LINK)
- M. Dorigo. V. Maniezzo. A Colorni. Ant system: an autocatalytic optimizing process. Technical Report 91-016, Politecnico di Milano, 1991. (LINK)
- A. Badr. A. Fahmy. A proof of convergence for Ant algorithms. Information Sciences 160 (2004) 267-279.
- M. Clerc. J. Kennedy. The particle swarm - Explosion, stability, and convergence in a multidimensional complex space. IEEE Transactions on Evolutionary Computation 8 (2002) 58-73.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

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)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Swarm Intelligence (Prüfungsnummer: 45001)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

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

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

1. Prüfer: Rolf Wanka

Bemerkungen:

Auch für CE

Modulbezeichnung:	**Verteilte Systeme - V+EÜ (VS)** (Distributed Systems - L+EE)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tobias Distler	
Lehrende:	Tobias Distler, Laura Lawniczak, Jürgen Kleinöder	

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

Lehrveranstaltungen:

Verteilte Systeme (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Tobias Distler)
Erweiterte Übungen zu Verteilte Systeme (SS 2022, Übung, 2 SWS, Laura Lawniczak et al.)
Rechnerübungen zu Verteilte Systeme (SS 2022, Übung, 2 SWS, Laura Lawniczak et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Gute Programmierkenntnisse in Java

Inhalt:

Verteilte Systeme bestehen aus mehreren Rechnern, die über ein Netzwerk miteinander verbunden sind und einen gemeinsamen Dienst erbringen. Obwohl die beteiligten Rechner hierfür in weiten Teilen unabhängig voneinander agieren, erscheinen sie ihren Nutzern gegenüber in der Gesamtheit dabei trotzdem als ein einheitliches System. Die Einsatzmöglichkeiten für verteilte Systeme erstrecken sich über ein weites Spektrum an Szenarien: Von der Zusammenschaltung kleinster Rechenknoten zur Sammlung von Daten im Rahmen von Sensornetzwerken über Steuerungssysteme für Kraftfahrzeuge und Industrieanlagen bis hin zu weltumspannenden, Internet-gestützten Infrastrukturen mit Komponenten in Datenzentren auf verschiedenen Kontinenten.

Ziel dieses Moduls ist es, die sich durch die speziellen Eigenschaften verteilter Systeme ergebenden Problemstellungen zu verdeutlichen und Ansätze zu vermitteln, mit deren Hilfe sie gelöst werden können; Beispiele hierfür sind etwa die Interaktion zwischen heterogenen Systemkomponenten, der Umgang mit erhöhten Netzwerklatenzen sowie die Wahrung konsistenter Zustände über Rechnergrenzen hinweg. Gleichzeitig zeigt das Modul auf, dass die Verteiltheit eines Systems nicht nur Herausforderungen mit sich bringt, sondern auf der anderen Seite auch Chancen eröffnet. Dies gilt insbesondere in Bezug auf die im Vergleich zu nicht verteilten Systemen erzielbare höhere Widerstandsfähigkeit eines Gesamtsystems gegenüber Fehlern wie den Ausfällen ganzer Rechner oder sogar kompletter Datenzentren.

Ausgehend von den einfachsten, aus nur einem Client und einem Server bestehenden verteilten Systemen, beschäftigt sich die Vorlesung danach mit der deutlich komplexeren Replikation der Server-Seite und behandelt anschließend die Verteilung eines Systems über mehrere, mitunter weit voneinander entfernte geografische Standorte. In allen Abschnitten umfasst die Betrachtung des jeweiligen Themas eine Auswahl aus Grundlagen, im Praxiseinsatz befindlicher Ansätze und Techniken sowie für den aktuellen Stand der Forschung repräsentativer Konzepte.

Im Rahmen der Übungen wird zunächst ein plattformunabhängiges Fernaufrufsystem schrittweise entwickelt und parallel dazu getestet. Als Vorlage und Orientierungshilfe dient dabei das in der Praxis weit verbreitete Java RMI. In den weiteren Übungsaufgaben stehen anschließend klassische Problemstellungen von verteilten Systemen wie fehlertolerante Replikation und verteilte Synchronisation im Mittelpunkt.

Lernziele und Kompetenzen:

Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:

- beschreiben charakteristische Merkmale und Eigenschaften verteilter Systeme sowie grundlegende Probleme im Zusammenhang mit ihrer Realisierung.
- untersuchen die Unterschiede zwischen lokalen Methodenaufrufen und Fernmethodenaufrufen.
- vergleichen Ansätze zur Konvertierung von Nachrichten zwischen verschiedenen Datenrepräsenationen.
- konzipieren eine eigene auf Java RMI basierende Anwendung.
- entwickeln ein eigenes Fernaufrufsystem nach dem Vorbild von Java RMI.
- bewerten die Serialisierungsroutinen von Java RMI.

- erproben die manuelle Serialisierung von Nachrichten.
- bewerten die Performanz des eigenen Fernaufrufsystems.
- gestalten ein Modul zur Unterstützung verschiedener Fernaufrufsemantiken (Maybe, Last-of-Many, At-Most-Once) für das eigene Fernaufrufsystem.
- beurteilen auf Basis eigener Experimente mit Fehlerinjektionen die Auswirkungen von Störeinflüssen auf verschiedene Fernaufrufsemantiken.
- klassifizieren Mechanismen zur Bereitstellung von Fehlertoleranz, insbesondere verschiedene Arten der Replikation (aktiv vs. passiv).
- vergleichen verschiedene Konsistenzgarantien georeplizierter Systeme.
- illustrieren das Problem einer fehlenden gemeinsamen Zeitbasis in verteilten Systemen.
- erforschen logische Uhren als Mittel zur Reihenfolgebestimmung und Methoden zur Synchronisation physikalischer Uhren.
- unterscheiden grundlegende Zustellungs- und Ordnungsgarantien beim Multicast von Nachrichten.
- gestalten ein Protokoll für den zuverlässigen und totalgeordneten Versand von Nachrichten in einer Gruppe von Knoten.
- entwickeln einen Dienst zur Verwaltung verteilter Sperrobjekte auf Basis von Lamport-Locks.
- bewerten die Qualität einer Publikation aus der Fachliteratur.
- erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Konsistenz) und Fehlerquellen bei der Programmierung verteilter Anwendungen.
- können in Kleingruppen kooperativ arbeiten.
- können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.
- reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.
- können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "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:

Verteilte Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (Prüfungsnummer: 743260)
(englische Bezeichnung: Distributed Systems (Lecture with extended Exercises))

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Erfolgreiche Bearbeitung aller 6 Übungsaufgaben zu den erweiterten Übungen (Bewertung jeweils mit "ausreichend") und 30-minütige mündliche Prüfung.
Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Bewertung der mündlichen Prüfung.
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Tobias Distler

Modulbezeichnung:	**Verteilte Systeme - V+Ü (VS)** (Distributed Systems - L+E)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tobias Distler	
Lehrende:	Jürgen Kleinöder, Tobias Distler, Laura Lawniczak	

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

Lehrveranstaltungen:

Verteilte Systeme (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Tobias Distler)
Übungen zu Verteilte Systeme (SS 2022, Übung, 2 SWS, Laura Lawniczak et al.)
Rechnerübungen zu Verteilte Systeme (SS 2022, Übung, 2 SWS, Laura Lawniczak et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Gute Programmierkenntnisse in Java

Inhalt:

Verteilte Systeme bestehen aus mehreren Rechnern, die über ein Netzwerk miteinander verbunden sind und einen gemeinsamen Dienst erbringen. Obwohl die beteiligten Rechner hierfür in weiten Teilen unabhängig voneinander agieren, erscheinen sie ihren Nutzern gegenüber in der Gesamtheit dabei trotzdem als ein einheitliches System. Die Einsatzmöglichkeiten für verteilte Systeme erstrecken sich über ein weites Spektrum an Szenarien: Von der Zusammenschaltung kleinster Rechenknoten zur Sammlung von Daten im Rahmen von Sensornetzwerken über Steuerungssysteme für Kraftfahrzeuge und Industrieanlagen bis hin zu weltumspannenden, Internet-gestützten Infrastrukturen mit Komponenten in Datenzentren auf verschiedenen Kontinenten.

Ziel dieses Moduls ist es, die sich durch die speziellen Eigenschaften verteilter Systeme ergebenden Problemstellungen zu verdeutlichen und Ansätze zu vermitteln, mit deren Hilfe sie gelöst werden können; Beispiele hierfür sind etwa die Interaktion zwischen heterogenen Systemkomponenten, der Umgang mit erhöhten Netzwerklatenzen sowie die Wahrung konsistenter Zustände über Rechnergrenzen hinweg. Gleichzeitig zeigt das Modul auf, dass die Verteiltheit eines Systems nicht nur Herausforderungen mit sich bringt, sondern auf der anderen Seite auch Chancen eröffnet. Dies gilt insbesondere in Bezug auf die im Vergleich zu nicht verteilten Systemen erzielbare höhere Widerstandsfähigkeit eines Gesamtsystems gegenüber Fehlern wie den Ausfällen ganzer Rechner oder sogar kompletter Datenzentren.

Ausgehend von den einfachsten, aus nur einem Client und einem Server bestehenden verteilten Systemen, beschäftigt sich die Vorlesung danach mit der deutlich komplexeren Replikation der Server-Seite und behandelt anschließend die Verteilung eines Systems über mehrere, mitunter weit voneinander entfernte geografische Standorte. In allen Abschnitten umfasst die Betrachtung des jeweiligen Themas eine Auswahl aus Grundlagen, im Praxiseinsatz befindlicher Ansätze und Techniken sowie für den aktuellen Stand der Forschung repräsentativer Konzepte.

Im Rahmen der Übungen wird zunächst ein plattformunabhängiges Fernaufrufsystem schrittweise entwickelt und parallel dazu getestet. Als Vorlage und Orientierungshilfe dient dabei das in der Praxis weit verbreitete Java RMI. In den weiteren Übungsaufgaben stehen anschließend klassische Problemstellungen von verteilten Systemen wie fehlertolerante Replikation und verteilte Synchronisation im Mittelpunkt.

Lernziele und Kompetenzen:

Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:

- beschreiben charakteristische Merkmale und Eigenschaften verteilter Systeme sowie grundlegende Probleme im Zusammenhang mit ihrer Realisierung.
- untersuchen die Unterschiede zwischen lokalen Methodenaufrufen und Fernmethodenaufrufen.
- vergleichen Ansätze zur Konvertierung von Nachrichten zwischen verschiedenen Datenrepräsenationen.
- konzipieren eine eigene auf Java RMI basierende Anwendung.
- entwickeln ein eigenes Fernaufrufsystem nach dem Vorbild von Java RMI.

- gestalten ein Modul zur Unterstützung verschiedener Fernaufrufsemantiken (Maybe, Last-of-Many) für das eigene Fernaufrufsystem.
- beurteilen auf Basis eigener Experimente mit Fehlerinjektionen die Auswirkungen von Störeinflüssen auf verschiedene Fernaufrufsemantiken.
- klassifizieren Mechanismen zur Bereitstellung von Fehlertoleranz, insbesondere verschiedene Arten der Replikation (aktiv vs. passiv).
- vergleichen verschiedene Konsistenzgarantien georeplizierter Systeme.
- illustrieren das Problem einer fehlenden gemeinsamen Zeitbasis in verteilten Systemen.
- erforschen logische Uhren als Mittel zur Reihenfolgebestimmung und Methoden zur Synchronisation physikalischer Uhren.
- unterscheiden grundlegende Zustellungs- und Ordnungsgarantien beim Multicast von Nachrichten.
- gestalten ein Protokoll für den zuverlässigen und totalgeordneten Versand von Nachrichten in einer Gruppe von Knoten.
- entwickeln einen Dienst zur Verwaltung verteilter Sperrobjekte auf Basis von Lamport-Locks.
- bewerten die Qualität einer Publikation aus der Fachliteratur.
- erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Konsistenz) und Fehlerquellen bei der Programmierung verteilter Anwendungen.
- können in Kleingruppen kooperativ arbeiten.
- können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.
- reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.
- können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "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)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Verteilte Systeme (Vorlesung mit Übungen) (Prüfungsnummer: 649073)
(englische Bezeichnung: Distributed Systems - L+E)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Erfolgreiche Bearbeitung aller 6 Übungsaufgaben (Bewertung jeweils mit "ausreichend") und 30-minütige mündliche Prüfung. Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Bewertung der mündlichen Prüfung.

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Tobias Distler

Modulbezeichnung:	**Cognitive Neuroscience for AI Developers (CNAID)** (Cognitive Neuroscience for AI Developers)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Patrick Krauß, Andreas Maier	
Lehrende:	Patrick Krauß, Andreas Maier	

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

Lehrveranstaltungen:

Cognitive Neuroscience for AI Developers (SS 2022, Vorlesung, 4 SWS, Patrick Krauß et al.)

Inhalt:

Neuroscience has played a key role in the history of artificial intelligence (AI), and has been an inspiration for building human-like AI, i.e. to design AI systems that emulate human intelligence.

Neuroscience provides a vast number of methods to decipher the representational and computational principles of biological neural networks, which can in turn be used to understand artificial neural networks and help to solve the so called black box problem. This endeavour is called neuroscience 2.0 or machine behaviour. In addition, transferring design and processing principles from biology to computer science promises novel solutions for contemporary challenges in the field of machine learning. This research direction is called neuroscience-inspired artificial intelligence.

The course will cover the most important works which provide the cornerstone knowledge to understand the biological foundations of cognition and AI, and applications in the areas of AI-based modelling of brain function, neuroscience-inspired AI and reverse-engineering of artificial neural networks.

Lernziele und Kompetenzen:

The students

- Explain the principles of neural information processing in the brain
- compare and analyze methods from neuroscience to study neural networks
- explain the neuroscientific underpinnings of artificial intelligence
- explain principles and concepts of cognitive science
- explain principles and concepts of neuroscience
- compare and analyze machine learning methods to analyze neural data
- explain approaches from deep learning to model brain function
- discuss the commonalities of neuroscience and artificial intelligence
- implement the presented methods in Python
- explain concepts from cognitive neuroscience for the design of artificial intelligence systems

Literatur:

Gazzaniga, Michael. Cognitive Neuroscience - The Biology of the Mind. W. W. Norton & Company, 2018.

Ward, Jamie. The Student's Guide to Cognitive Neuroscience. Taylor & Francis Ltd., 2019.

Bermúdez, José Luis. Cognitive Science: An Introduction to the Science of the Mind. Cambridge University Press, 2014.

Friedenberg, Jay D., and Silverman, Gordon W. Cognitive Science: An Introduction to the Study of Mind. SAGE Publications, Inc., 2015.

Gerstner, Wulfram, et al. Neuronal dynamics: From single neurons to networks and models of cognition. Cambridge University Press, 2014.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Master of Science)", "Data Science (Bachelor of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Infor-

matik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Cognitive Neuroscience for AI Developers (Prüfungsnummer: 44451)
(englische Bezeichnung: Cognitive Neuroscience for AI Developers)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Andreas Maier

Modulbezeichnung:	**Computational Visual Perception (CompVP)** (Computational Visual Perception)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Bernhard Egger, Andreas Kist, Patrick Krauß, Andreas Maier, Tim Weyrich	
Lehrende:	Tim Weyrich, Bernhard Egger	

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

Lehrveranstaltungen:

Computational Visual Perception (WS 2021/2022, Vorlesung, 4 SWS, Bernhard Egger et al.)
Tutorials to Computational Visual Perception (WS 2021/2022, Projektseminar, 2 SWS, Bernhard Egger et al.)

Inhalt:

How do humans perceive the visual world? How can we build computational models to mimic this human perception? And how can we validate those computational models? This course is designed as an introduction to enable you to build computational models for human visual perception. It will therefore provide an introduction into the human visual system building on the course on cognitive neuroscience for AI developers. You will learn how the human eye and brain process visual input and what we currently know about the ventral visual stream. We will look at computational models for all different levels of visual processing and discuss how well they measure behavioral data. This lecture is designed to be at the intersection of Computer Science (Computer Vision and Graphics) and Cognitive Neuroscience.

After an initial introductory phase, you will in small teams (2-3 students) perform small projects to build prototypes for computational models for visual processing, reproduce recent scientific results or experiment with existing models. In parallel with the project phase we will read and discuss recent research papers studying potential computational models and investigate how we can evaluate computational models.

Please pre-register if possible: bernhard.egger@fau.de

Lernziele und Kompetenzen:

By the end of this course, students will be able to. . .

- Describe the basic processing steps of visual input in the human brain● Build a computational model for a known processing step
- Read a recent paper in the discipline and design a follow-up experiment
- Choose/design and conduct a small research project
- Choose adequate methods to evaluate a computational model
- Work in and manage projects

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Computational Visual Perception (Prüfungsnummer: 31731)
Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
The oral exam will include questions on lectures, exercise and class projects.
Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Marc Stamminger

Computational Visual Perception (Prüfungsnummer: 31732)
Studienleistung, Übungsleistung
weitere Erläuterungen:
Exercises: read and present one paper in class
Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Marc Stamminger

Modulbezeichnung:	**Parallele Systeme (PSYS-VU)** (Parallel Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jürgen Teich	
Lehrende:	Frank Hannig, Jürgen Teich	

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 architetcures (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 Parallelisierungtechniken 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/lehrveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme/

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "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)", "Medizintechnik (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.

Erstablegung: 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:	**Artificial Motor Learning (AML)** (Artificial Motor Learning)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Thomas Seel	
Lehrende:	Ive Weygers, Simon Bachhuber, Thomas Seel	

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

Lehrveranstaltungen:

Artificial Motor Learning (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Thomas Seel et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Participants should be familiar with fundamental methods and concepts in machine learning. They should, for example, have completed one of the following courses

- Machine Learning for Engineers
- Maschinelles Lernen für Zeitreihen
- Pattern Recognition
- Reinforcement Learning
- Deep Learning

Inhalt:

This course is concerned with methods of artificial intelligence that enable biomimetic motor learning in intelligent systems. We consider a range of methods from systems-and-control methods to machine-learning approaches, with a focus on data-driven learning control and model-based reinforcement learning. We discuss the core concepts of the methods, analyze and compare their potential and shortcomings, and apply them to example problems. The covered topics include but are not limited to:

- the role of motor learning in biological and AI systems
- definition and classification of motor learning tasks
- parametric and non-parametric models of motor dynamics
- learning control methods (model-based and data-based) for motor learning tasks
- reinforcement learning (model-free and model-based) for motor learning tasks
- advanced approaches from recent literature
- combination and implementation of methods
- stability, optimality, robustness and usability properties
- performance assessment in simulation and experiment

The example problems to which we will apply the concepts and methods will stem from application domains in which artificial motor learning is considered crucial, such as robotics, neuroprosthetics and autonomous vehicles.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Participants will be familiar with different models of motor dynamics and with several learning control methods and reinforcement learning approaches for motor learning tasks, and they will know their advantages and limitations.

Verstehen

Participants will understand the role of motor learning in AI systems. They will understand the ideas and concepts behind the taught learning control and reinforcement learning methods, and they will be able to classify and compare.

Anwenden

Participants will be familiar with the employment of several learning control methods and reinforcement learning approaches, and they will be able to combine them and apply them to example problems.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Participants analyze and discuss scientific publications in the context of a given broader topic.

Participants deepen and challenge their understanding of the taught concepts by designing and answering short quizzes.

Sozialkompetenz

Participants successfully collaborate in small teams, they effectively exchange arguments and self-organize to produce a joint result within a given time frame.

Literatur:

- D. A. Bristow, M. Tharayil, A. G. Alleyne, and Z. Z. Han, "A Survey of Iterative Learning Control," Kongzhi yu Juece/Control and Decision, vol. 20, no. 9, pp. 961 - 966, 2005.
- L. Buşoniu, T. de Bruin, D. Tolić, J. Kober, I. Palunko. "Reinforcement Learning for Control: Performance, Stability, and Deep Approximators", Annual Reviews in Control, 46:8 - 28, 2018
- I. Grondman, L. Busoniu, G. A. Lopes, and R. Babuška, "A survey of actor-critic reinforcement learning: Standard and natural policy gradients," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C: Applications and Reviews, vol. 42, no. 6, pp. 1291 - 1307, 2012.
- C. E. Rasmussen and C. K. I. Williams, Gaussian Processes for Machine Learning (Adaptive Computation and Machine Learning). The MIT Press, 2005.
- N. Amann, D. H. Owens, and E. Rogers, "Predictive optimal iterative learning control," International Journal of Control, vol. 69, no. 2, pp. 203 - 226, Jan. 1998. [Online].
- M. P. Deisenroth and C. E. Rasmussen, "PILCO: A model-based and data-efficient approach to policy search," Proceedings of the 28th International Conference on Machine Learning, ICML 2011, pp. 465 - 472, 2011.
- S. Lupashin, A. Schoellig, M. Sherback, and R. D ' Andrea, "A simple learning strategy for high-speed quadrocopter multi-flips," in 2010 IEEE International Conference on Robotics and Automation. IEEE, May 2010.
- Z. Xie, P. Clary, J. Dao, P. Morais, J. Hurst, and M. Van De Panne, "Learning Locomotion Skills for Cassie: Iterative Design and Sim-to-Real," Conference on Robotic Learning, no. CoRL, 2019.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Artificial Motor Learning (Prüfungsnummer: 76941)
(englische Bezeichnung: Written Exam AML)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Thomas Seel

Organisatorisches:

StudOn-Kurs: https://www.studon.fau.de/crs4417441.html

Modulbezeichnung:	**Computational Magnetic Resonance Imaging (Computational MRI)** (Computational Magnetic Resonance Imaging)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Florian Knoll	
Lehrende:	Florian Knoll, Bruno Riemenschneider	

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

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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Medizintechnik (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

Erstablegung: 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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Florian Knoll

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 be 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 toi 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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Thomas Seel

Modulbezeichnung:	**Intent Detection and Feedback (IDF)** (Intent Detection and Feedback)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Claudio Castellini	
Lehrende:	Fabio Andre Egle, Claudio Castellini	

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

Lehrveranstaltungen:

Intent Detection and Feedback (L) (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Claudio Castellini)
Intent Detection and Feedback (E) (SS 2022, Übung, 2 SWS, Fabio Andre Egle)

Empfohlene Voraussetzungen:

Recommended: 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 the problems of intent detection and somatosensory feedback: motivation, taxonomy, historical background.
- Intent detection: theory and philosophical issues; defining the problem and the ground truth; success metrics; signals for intent detection; sensors for intent detection; feature extraction; applications of machine learning to the problem.
- Somatosensory feedback: theory and physiology; sensory substitution; embodiment and agency induced by it; modalities of actuation; practical issues and metrics of performance.
- Intent detection and somatosensory feedback in prosthetics: usefulness, success and challenges.
- Intent detection and somatosensory feedback in rehabilitation and exoskeletons: usefulness, success and challenges.
- Intent detection and somatosensory feedback in gaming and non-reha fields.

Lernziele und Kompetenzen:

Students who have followed the module

- have a broad understanding of intent detection and somatosensory feedback, especially in the frame of Rehabilitation and Assistive Robotics
- can conceive and design a research project in the related subfield of the subject
- have knowledge about the clinical and industrial situation of intent detection and feedback, especially including the problems and challenges of each technique and method
- can tackle previously unknown problems

Literatur:

- [2010] Control of Hand Prostheses Using Peripheral Information, S. Micera, J. Carpaneto and S. Raspopović.
- [2012] Control of Upper Limb Prostheses: Terminology and Proportional Myoelectric Control - A Review, A. Fougner, Ø. Stavdahl, P. J. Kyberd, Y. G. Losier and P. A. Parker.
- [2015] Michael R Tucker et al., Control strategies for active lower extremity prosthetics and orthotics: a review, JNER 12:1
- [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.
- [2018] JA Spanias, AM Simon, SB Finucane, EJ Perreault and LJ Hargrove, Online adaptive neural control of a robotic lower limb prosthesis, J Neural Eng. 15(1)
- [2020] Jacob Rosen and Peter Walker Ferguson (eds.), Wearable Robotics - Systems and Applications, Academic Press Elsevier
- [2021] Michele Xiloyannis, Ryan Alicea, Anna-Maria Georgarakis, Florian L. Haufe, Peter Wolf, Lorenzo Masia and Robert Riener, Soft robotic suits: State of the art, core technologies and open challenges, IEEE Transactions on Robotics

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Intent Detection and Feedback (Prüfungsnummer: 76161)
(englische Bezeichnung: Intent Detection and Feedback)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Claudio Castellini

Modulbezeichnung:	**Computational Photography and Capture (CPaC)** (Computational Photography and Capture)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tim Weyrich	
Lehrende:	Tim Weyrich	

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

Lehrveranstaltungen:

Computational Photography and Capture (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Tim Weyrich)
Tutorials to Computational Photography and Capture (SS 2022, Übung, 2 SWS, Vanessa Klein et al.)

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

Algorithmen und Datenstrukturen

Inhalt:

Never in human history have we been able to record so much of our environment in so little time with such high quality. Since the rise of smartphones, nearly everyone carries a powerful camera with them in their daily lives. This module introduces the theoretical and practical aspects of modern photography and capture algorithms: universal models of colour, computer-controlled cameras, lighting and shape capture.

The lecture covers the following topics:

- Cameras, sensors and colour
- Image processing (e.g., blending, warping)
- Radiometry
- Appearance acquisition
- Structured-light 3D acquisition
- Image-based and video-based rendering

Assessment: The grade results from the successful completion of a total of four exercises. These determine 20%, 20%, 30% and 30% of the final grade. In the exercises, practical problems from the field of computational photography and capture are to be solved independently by self-written programs. In addition to the programs, the generated results and a short written explanation of the most important parts of the program must be handed in.

Lernziele und Kompetenzen:

Students know

- ... the basic vocabulary of computational photography

Students understand

- ... principles of light transport in natural scenes
- ... principles of digital image formation
- ... how computational-photography algorithms can exploit knowledge of these principles to transcend the capabilities of traditional photography

Students apply

- ... image-processing algorithms to analyse and transform images
- ... acquisition algorithms to capture appearances and 3D scenes

Students develop

- ... their own software prototypes to capture and process digital images

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Computational Photography and Capture (Prüfungsnummer: 33861)

Studienleistung, Übungsleistung

weitere Erläuterungen:

The grade results from the successful completion of a total of four exercises. These determine 20%, 20%, 30% and 30% of the final grade. In the exercises, practical problems from the field of computational photography and capture are to be solved independently by self-written programs. In addition to the programs, the generated results and a short written explanation of the most important parts of the program must be handed in.

Prüfungssprache: Englisch

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

1. Prüfer: Tim Weyrich

Modulbezeichnung:	**Project Digital Reality (DigiRealPR)** (Project Digital Reality)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tim Weyrich	
Lehrende:	Tobias Günther, Tim Weyrich, Marc Stamminger, Bernhard Egger, Frank Bauer	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 100 Std.	Eigenstudium: 200 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

Lehrveranstaltungen:

Project Digital Reality (SS 2022, Praktikum, Tim Weyrich)

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

Computergraphik-VUP
Interaktive Computergraphik
Geometry Processing

Inhalt:

The project addresses current research topics in the domains of computer graphics, computer vision and machine learning with a focus on applications and techniques that bridge reality and the digital domain.

Lernziele und Kompetenzen:

Students know
- ... the basic vocabulary of current research work

Students understand
- ... the current limitations in the field
- ... the core ideas and algorithms of current research work

Students build
- ... their own software prototype to solve a complex problem with modern hardware and methods and evaluate by themselves the effectiveness of such

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Project Digital Reality (Prüfungsnummer: 33871)
Prüfungsleistung, Praktikumsleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Participants can choose to do the project either in German or in English.
Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Tim Weyrich

Organisatorisches:

- Registration: in person
- Start: after consultation with the supervising lecturers

Modulbezeichnung:	**Seminar Inverse Rendering (InvHS)** (Seminar Inverse Rendering)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tim Weyrich	
Lehrende:	Tim Weyrich, Bernhard Egger	

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

Lehrveranstaltungen:

Seminar Inverse Rendering (SS 2022, Masterseminar, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Tim Weyrich et al.)

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

Computergraphik-VU

Inhalt:

This seminar covers advanced topics in computer graphics and computer vision and includes both ground-breaking and recent research publications. Topics include inverse rendering, appearance, surface reflectance, and computer graphics in general.

The seminar offers the participants the chance to get an overview of many topics in computer graphics and at the same time to delve into a topic of their own choice. During the semester, participants are free to gain practical experience, e.g. by reimplementing, testing published code, or searching for similar or related implementations. This is not mandatory, but it is highly recommended to get a feel for whether the topic is interesting for future theses or career paths.

Assessment: Each seminar participant selects one of the publications presented in the first session and presents its content in a 30-minute talk during the semester (plus 10-minute Q&A session). Presentations will begin approximately 3-4 weeks after the start of the semester. The presentation will count for 70% of the final grade. Furthermore, a written paper on the selected publication will be submitted by the last seminar date, which will count for 30% of the grade. The presentation and the written paper can be written in German or English. There is no strict page limit for the written paper, although a length of 5-15 pages is usual. According to the template, the following aspects are to be considered: Introduction/motivation, scientific classification, methodology, results, discussion and summary. The presentations will be grouped thematically. Therefore, the presentation date cannot be freely chosen. In summary, the overall grade is composed of:

- Lecture (70%)
- Written elaboration (30%)

An essential part in the evaluation of the lecture is the subsequent discussion. In order to generate more questions, all participants are encouraged to read all publications prior to each presentation, write a summary, and think of at least one question. The summary and question can be submitted and graded. If 80% of the points are achieved in the course of the semester, the overall grade will be increased by 0.3 or 0.4 grade points. The submission of the summary and question will be in English and is optional.

Note: Attendance is mandatory for this seminar, with a maximum of three absences allowed. Exceptions will be made for medical reasons or other special occurrences, provided they have been agreed upon prior to the appointment.

Lernziele und Kompetenzen:

- Present current research problems in computer graphics and computer vision
- Literature research
- Correct citation
- Grasping the content of scientific texts
- Improving presentation and argumentation skills
- Practicing the writing of scientific texts

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Seminar Inverse Rendering (Prüfungsnummer: 33881)

Prüfungsleistung, Seminarleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Assessment: Each seminar participant selects one of the publications presented in the first session and presents its content in a 30-minute talk during the semester (plus 10-minute Q&A session). Presentations will begin approximately 3-4 weeks after the start of the semester. The presentation will count for 70% of the final grade. Furthermore, a written paper on the selected publication will be submitted by the last seminar date, which will count for 30% of the grade. The presentation and the written paper can be written in German or English. There is no strict page limit for the written paper, although a length of 5-15 pages is usual. According to the template, the following aspects are to be considered: Introduction/motivation, scientific classification, methodology, results, discussion and summary. The presentations will be grouped thematically. Therefore, the presentation date cannot be freely chosen. In summary, the overall grade is composed of:

Lecture (70%)

Written elaboration (30%)

An essential part in the evaluation of the lecture is the subsequent discussion. In order to generate more questions, all participants are encouraged to read all publications prior to each presentation, write a summary, and think of at least one question. The summary and question can be submitted and graded. If 80% of the points are achieved in the course of the semester, the overall grade will be increased by 0.3 or 0.4 grade points. The submission of the summary and question will be in English and is optional.

Note: Attendance is mandatory for this seminar, with a maximum of three absences allowed. Exceptions will be made for medical reasons or other special occurrences, provided they have been agreed upon prior to the appointment.

Prüfungssprache: Englisch

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

1. Prüfer: Tim Weyrich

Modulbezeichnung:	**Algebra des Programmierens (AlgProg)** (Algebra of Programming)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Stefan Milius	
Lehrende:	Stefan Milius	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 42 Std.	Eigenstudium: 183 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:

Algebra des Programmierens (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Stefan Milius)

Inhalt:

Induktive Datentypen wie z.B. Listen, Stacks und Bäume werden abstrakt beschrieben.

Strukturelle Induktion und Rekursion für solche Datentypen (z.B. die fold-Operation auf Listen) werden auf Grundlage der Initiale-Algebra-Semantik entwickelt. Dadurch werden verschiedene effektive Programmiertricks auf eine solide mathematische Grundlage gestellt.

Grundlagen und Methoden der Kategorientheorie werden eingeführt und erklärt, insbesondere initiale Algebren und ihre Konstruktion.

Evtl. werden Koalgebren behandelt, die es ermöglichen, verschiedene zustandsbasierte Systeme und ihre Semantik in einer einheitlichen Theorie zu studieren.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Die Studierenden geben elementare Definitionen und Fakten zu induktiven Datentypen, zustandsbasierten Systemen und grundlegenden kategoriellen Begriffen wieder

Verstehen

Die Studierenden

- erklären grundlegende Begriffe und Konzepte der Kategorientheorie
- beschreiben Beispiele dieser Begriffe und Konzepte
- erläutern grundlegende kategorielle Ergebnisse und deren Beweise

Anwenden

Die Studierenden

- wenden strukturelle Induktionsprinzipien (Definitions- und Beweisprinzip) auf Programmierbeispiele an
- wenden strukturelle Koinduktionsprinzipien (Definitions- und Beweisprinzip) auf festgelegte Typen von zustandbasierten Systemen (Koalgebren) an
- übertragen kategorielle Begriffe auf verschiedene Spezialfälle der Informatik (abstrakte Datentypen und verschiedene Arten von Automaten)

Analysieren

Die Studierenden analysieren kategorielle Beweise, diskutieren die entsprechenden Argumentationen und legen diese schriftlich klar nieder.

Erschaffen

Die Studierenden

- arbeiten strukturelle Induktions- und Koinduktionsprinzipien für neue Datentypen und zustandsbasierte Systeme als Spezialfall der Initiale-Algebra-Semantik und Terminale-Koalgebra-Semantik aus
- kreieren kategorielle Begriffe, die Konzepte von konkreten Datentypen und Systemen abstrahieren

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Die Studierenden

- beherrschen das grundsätzliche Konzept des Beweises als hauptsächliche Methode des Erkenntnisgewinns in der theoretischen Informatik. Sie überblicken abstrakte Begriffsarchitekturen.
- vollziehen mathematische Argumentationen nach, erklären diese, führen diese selbst und legen sie schriftlich nieder

Sozialkompetenz

Die Studierenden lösen Probleme in kollaborativer Gruppenarbeit und präsentieren erarbeitete Lösungen.

Literatur:

- R. Bird and O. de Moor: Algebra of Programming, Prentice Hall, 1996.
- J. Adamek, H. Herrlich and G.E. Strecker: Abstract and Concrete Categories: The Joy of Cats, 2nd edition, Dover Publishers, 2009.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Symbolic Artificial Intelligence)

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)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Algebra des Programmierens (Vorlesung mit Übung) (Prüfungsnummer: 861501)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Gemäß Corona-Satzung wird als alternative Prüfungsform zur mündlichen Prüfung festgelegt: mündliche elektronische/digitale Distanzprüfung mit 30 Minuten Dauer.

Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

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

1. Prüfer: Stefan Milius

Modulbezeichnung:	**Formale Methoden der Softwareentwicklung (FMSoft)** (Formal Methods of Software Development)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tadeusz Litak	
Lehrende:	Tadeusz Litak, Paul Wild	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 56 Std.	Eigenstudium: 169 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:

Formale Methoden der Softwareentwicklung (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Tadeusz Litak et al.)

Inhalt:

In the first part of the course, we will engage in the formal verification of reactive systems. Students learn the syntax and semantics of the temporal logics LTL, CTL, and CTL* and their application in the specification of e.g. safety and liveness properties of systems. Simple models of systems are designed and verified using model checkers and dedicated frameworks for asynchronous and synchronous reactive systems, and the algorithms working in the background are explained.

The second part of the course focuses on functional correctness of programs; more precisely, we discuss the theory of pre- and postconditions, Hoare triples, loop invariants, and weakest (liberal) preconditions, in order to introduce automatised correctness proofs using the Hoare calculus.

Lernziele und Kompetenzen:

Students are going to acquire the following competences:

Fachkompetenz

Wissen

- Reproduce the definition of syntax and semantics of temporal logics LTL, CTL, and CTL*.
- Reproduce the definition of semantics of a simple programming languages like IMP, with special focus on axiomatic semantics (Hoare rules).
- Explain how CTL can be characterised in terms of fixpoints.

Verstehen

The students understand the workings of state of the art automatic frameworks, clarifying the role of model checking algorithms, semantics and Hoare calculi in formal verification.

Anwenden

In a series of exercises, the students use state of the art tools for

- model checking
- specification and verification of reactive systems,
- verification of functional correctness or memory safety of simple programs.

Analysieren

- Choose the optimal tool for a given verification or specification problem.
- Differentiate between safety and liveness properties.
- Contrast several related temporal logics (LTL, CTL, CTL*) and properties expressible/inexpressible in each of them.

Literatur:

- G. Winskel: The Formal Semantics of Programming Languages: An Introduction, The MIT Press, 1993.
- M. Huth, M. Ryan: Logic in Computer Science, Cambridge University Press, 2. Aufl., 2004.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Symbolic Artificial Intelligence)

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)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Formale Methoden der Softwareentwicklung (Prüfungsnummer: 151316)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Modulnote setzt sich zu 50% aus dem Ergebnis einer 30-minütigen mündlichen Prüfung am Semesterende und zu 50% aus der Note für die Bearbeitung von im Zwei-Wochen-Takt gestellten Übungsaufgaben zusammen.

Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

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

1. Prüfer: Tadeusz Litak

Modulbezeichnung:	**Künstliche Intelligenz I (KI I)** (Artificial Intelligence I)	**7.5 ECTS**
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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Symbolic Artificial Intelligence)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "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)",

"Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Künstliche Intelligenz I (Prüfungsnummer: 894856)
(englische Bezeichnung: Artificial Intelligence I)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Michael Kohlhase

Modulbezeichnung:	**Logik-Basierte Sprachverarbeitung (LBS)** (Logic-based speech representation)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Michael Kohlhase	
Lehrende:	Michael Kohlhase, Dennis Müller	

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

Lehrveranstaltungen:

Logik-Basierte Sprachverarbeitung (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Michael Kohlhase et al.)

Inhalt:

Grundlagen der logikbasierten Sprachverarbeitung, Syntax, Semantik-Konstruktion, und Semantische Verarbeitung natürlicher Sprache im Grammatical Framework (GF)

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Die Studierenden beherrschen moderne, sehr expressive Formalismen zur Syntaktisch/Semantishen Analyse und Bedeutungsrepräsentation natürlicher Sprache. Sie können eingeschränkt neue Formalismen entwickeln.

Anwenden

Die Studierenden entwickeln Grammatiken und Bedeutungsrepräsentationen im Meta-Framework GF und setzen diese durch Interprätationsabbildungen in Verbindung.

Analysieren

Die Studierenden analysieren die innere Struktur natürlichsprachlicher Phrasen und Sätze. Sie wählen für eine zu repräsentierenden Phänomene geeignete Formalismen aus.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Die Studierenden erarbeiten selbständig formale syntaktische und semantische Repräsentationen für Natürliche Sprache

Sozialkompetenz

Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen erfolgreich zusammen.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Symbolic Artificial Intelligence)

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)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Logik-Basierte Sprachverarbeitung (Prüfungsnummer: 675137)
(englische Bezeichnung: Logic-based speech representation)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Modulnote setzt sich zu 50% aus dem Ergebnis einer 20-minütigen mündlichen Prüfung am Semesterende und zu 50% aus der Bewertung der Leistungen aus dem Übungsbetrieb zusammen. Der Umfang des Übungsbetriebs beträgt ca. 7 Hausaufgaben.
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Michael Kohlhase

Modulbezeichnung:	**Monad-Based Programming (MBProg)** (Monad-Based Programming)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Sergey Goncharov	
Lehrende:	Sergey Goncharov	

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

Lehrveranstaltungen:

Monad-Based Programming (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Sergey Goncharov)

Inhalt:

The course provides a background to various topics of the theory of programming. As a guiding paradigm monad-based functional programming is chosen. The idea of the course is to provide clear computational insights to various concepts of computer science and to practice these by concrete implementations in suitable programming languages such as Haskell.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Students demonstrate an understanding of the role of computational monads in the context of functional programming and as a semantic tool for programming and system specification; Students reproduce the main definitions and results on monads, monad combination, and further categorical constructions end explain them from a programming perspective.

Anwenden

Students use the monad-based approach to formalise examples involving various kinds of computational effects as monads. Students use monads for practical programming in programming languages, such as Haskell.

Analysieren

Students identify various computational effects as monads and provide an appropriate treatment of problems from various semantic domains (probabilistic, nondeterministic, concurrent), possibly providing a monad-based software implementation.

Selbstkompetenz

Students will be regularly provided with small challenges in form of exercises to be able to have a gradual progress with the lecture material.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Symbolic Artificial Intelligence)

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)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Monad-Based Programming (Prüfungsnummer: 845618)

(englische Bezeichnung: Monad-Based Programming)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Modulnote setzt sich zu 50% aus dem Ergebnis einer 30-minütigen mündlichen Prüfung am Semesterende und zu 50% aus der Note für die Bearbeitung von 6 Übungsaufgabenblättern zusammen. Gemäß Corona-Satzung wird als alternative Prüfungsform zur mündlichen Prüfung festgelegt: mündliche elektronische/digitale Distanzprüfung mit 30 Minuten Dauer.

Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Sergey Goncharov

Modulbezeichnung:	**Ontologien im Semantic Web (OntoSWeb)** (Ontologies for the Semantic Web)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Lutz Schröder	
Lehrende:	Lutz Schröder	

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

Lehrveranstaltungen:

Ontologien im Semantic Web (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Lutz Schröder)

Inhalt:

- Algorithmen für Aussagenlogik
- Tableaukalküle
- Anfänge der (endlichen) Modelltheorie
- Modal- und Beschreibungslogiken
- Ontologieentwurf

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Die Studierenden geben Definitionen der Syntax und Semantik verschiedener WIssensrepräsentationssprachen wieder und legen wesentliche Eigenschaften hinsichtlich Entscheidbarkeit, Komplexität und Ausdrucksstärke dar.

Anwenden

Die Studierenden wenden Deduktionsalgorithmen auf Beispielformeln an. Sie stellen einfache Ontologien auf und führen anhand der diskutierten Techniken Beweise elementarer logischer Metaeigenschaften.

Analysieren

Die Studierenden klassifizieren Logiken nach grundlegenden Eigenschaften wie Ausdrucksstärke und Komplexität. Sie wählen für ein gegebenes Anwendungsproblem geeignete Formalismen aus.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Die Studierenden erarbeiten selbständig formale Beweise.

Sozialkompetenz

Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen erfolgreich zusammen.

Literatur:

- M Krötzsch, F Simancik, I Horrocks; A description logic primer, arXiv, 2012
- F. Baader et al. (ed.): The Description Logic Handbook, Cambridge University Press, 2003
- M. Huth, M. Ryan: Logic in Computer Science, Cambridge University Press, 2004
- L. Libkin: Elements of Finite Model Theory, Springer, 2004

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Symbolic Artificial Intelligence)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Ontologien im Semantic Web (Prüfungsnummer: 806144)
Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Note der Prüfungsleistung setzt sich zu 50% aus dem Ergebnis einer 30-minütigen mündlichen Prüfung am Semesterende und zu 50% aus der Note für die Bearbeitung von fünf Übungsblättern zusammen.
Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022 (nur für Wiederholer), 2. Wdh.: WS 2022/2023 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Lutz Schröder

Modulbezeichnung:	**Praktische Semantik von Programmiersprachen (SemProg)** (Practical Semantics of Programming Languages)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tadeusz Litak	
Lehrende:	Tadeusz Litak	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 56 Std.	Eigenstudium: 169 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:

Praktische Semantik von Programmiersprachen (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Tadeusz Litak)

Inhalt:

We study the foundations of the imperative and functional languages, including semantics and type systems. The special feature of this course is that theory is done in a very practical and hands-on way: we not just prove, but program all the results from first-principles. The basic tool used in the course is Coq proof assistant, which can be regarded as a functional programming language in its own right. It has been used, for example, to verify correctness of Java Card technology, C compilers or, more recently, fragments of x86 architecture.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

The students explain the basics of both programming semantics and proof assistants, in particular Coq.

Verstehen

The students prove theorems using a proof assistant.

Anwenden

The students transfer proofs into programs and programs into proofs.

Analysieren

The students examine behaviour of simple programs using formal semantics

Evaluieren (Beurteilen)

The students evaluate the role played by logic and type theory in scientific approach to programming.

Erschaffen

The students provide formal semantics to a simple programming language.

Literatur:

Online book "Software Foundations" http://www.cis.upenn.edu/ bcpierce/sf/

Online books by Adam Chlipala: "Certified Programming with Dependent Types" http://adam.chlipala.net/cpdt/ and "Formal Reasoning About Programs" http://adam.chlipala.net/frap/

Supplementary reading on the theory of programming: Types and Programming Languages Benjamin C. Pierce, The MIT Press

Supplementary reading on Coq: Interactive Theorem Proving and Program Development Coq'Art: The Calculus of Inductive Constructions Series: Texts in Theoretical Computer Science. An EATCS Series Bertot, Yves, Casteran, Pierre

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Symbolic Artificial Intelligence)

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)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Mündliche Prüfung zu Praktische Semantik von Programmiersprachen (Prüfungsnummer: 599478)
(englische Bezeichnung: Practical Semantics of Programming Languages)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Modulnote setzt sich zu 50% aus dem Ergebnis einer 30-minütigen mündlichen Prüfung am Semesterende und zu 50% aus der Note für die Bearbeitung von fünf Übungsaufgaben zusammen. Gemäß Corona-Satzung wird als alternative Prüfungsform zur mündlichen Prüfung festgelegt: mündliche elektronische/digitale Distanzprüfung mit 30 Minuten Dauer.
Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Tadeusz Litak

Modulbezeichnung:	**Verifikation digitaler Systeme (VdS)** (Verification of Digital Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Oliver Keszöcze	
Lehrende:	Oliver Keszöcze	

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

Lehrveranstaltungen:

Verifikation digitaler Systeme (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Oliver Keszöcze)
Übung zur Verifikation digitaler Systeme (SS 2022, Übung, 2 SWS, Oliver Keszöcze)

Inhalt:

Für den Entwurf eines digitalen Systems werden heute in der Industrie ebenso viele Verifikationsingenieure wie Designer benötigt. Trotzdem beansprucht die Verifikation heute bereits 70%-80% der gesamten Entwurfszeit. Neben konventionellen Verifikationserfahren wie der Simulation sind werden seit einigen Jahren sogenannte "formale Verifikationsmethoden" in heutigen Entwursflüssen eingesetzt. Der Umgang mit diesen Methoden stellt ein wichtiges neues Aufgabenfeld dar. Im Gegensatz zur Simulation beruht die formale Verifikation auf exakten mathematischen Methoden zum Nachweis funktionaler Schaltungseigenschaften. Dadurch können Entwurfsfehler frühzeitiger und mit höherer Zuverlässigkeit als bisher erkannt werden. Jedes System zur formalen Hardwareverifikation erfordert:

1. ein geeignetes Modell des zu verifizierenden Systems
2. eine Sprache zur Formulierung der zu verifizierenden Eigenschaften
3. eine Beweismethode.

Die Vorlesung behandelt diese drei Bereiche, vermittelt die grundlegenden Algorithmen und Konzepte moderner Werkzeuge für die formale Hardwareverifikation und erläutert deren Einsatz in der industriellen Praxis. Im Einzelnen werden in dieser Vorlesung die folgenden Punkte behandelt:

1. Modellierung digitaler Systeme
2. Unterschiede formaler und simulationsbasierter Verifikationsmethoden
3. Äquivalenzvergleich
4. Formale und simulationsbasierte Eigenschaftsprüfung
5. Assertions
6. Verifikation arithmetischer Schaltungen

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Verstehen

- Die Studierenden erläutern die wesentlichen Techniken zur Verifikation digitaler Systeme, zeigen deren Vor- und Nachteile auf und vergleichen diese bezüglich Ihrer Mächtigkeit und Komplexität.

Anwenden

- Die Studierenden wenden Modellierungstechniken aus den Bereichen der Binären Entscheidungsdiagramme inkl. bekannter Erweiterungen (MDD, etc.) sowie der SAT-Löser auf Systembeschreibungen an.
- Die Studierenden Verifikationstechniken aus den Bereichen der formalen Äquivalenz- und Eigenschaftsprüfung (Model Checking, Symbolic Model Checking, Bounded Model Checking) auf Systembeschreibungen an.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Symbolic Artificial Intelligence)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "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)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Verifikation digitaler Systeme (Prüfungsnummer: 22801)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Aufgrund geringer Teilnehmerzahlen kann die Prüfung auch als 30-minütige mündliche Prüfung erfolgen.

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

1. Prüfer: Oliver Keszöcze

Modulbezeichnung:	**Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren (VM)** (Connected Mobility and Autonomous Driving)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Anatoli Djanatliev	
Lehrende:	Anatoli Djanatliev	

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

Lehrveranstaltungen:

Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Anatoli Djanatliev)
Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren (Übungen) (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Anatoli Djanatliev)

Inhalt:

Es ist inzwischen allgemein bekannt, dass Fahrzeuge der Zukunft hochgradig vernetzt sein werden. Der aktuelle Trend geht in Richtung des autonomen Fahrens. In den bisheringen Betrachtungen wurde insbesondere die ad-hoc Kommunikation zwischen Fahrzeugen auf unteren Schichten untersucht (Fahrzeugkommunikation). Im Rahmen der vernetzten Mobilität soll das Fahrzeug vor allem als Teil eines größeren Ökosystems mit weiteren Teilnehmern (z.B. Personen, Radfahrern, Ampeln, Gebäuden etc.) gesehen werden.

All dies gibt die Möglichkeit den ständig wachsenden Bedarf an Mobilität zu optimieren und neue Sicherheits- und Komfortdienstleistungen zu schaffen. Dies erfordert jedoch die Lösung einiger komplexer Herausforderungen. Neben den gesellschaftlichen und rechtlichen Aspekten müssen insbesondere auch technische Voraussetzungen geschaffen werden. Dazu gehören u.a. geeignete Kommunikationetechnologien (v.a. ad-hoc, Mobilfunk) und Kommunikationsarchitekturen (Cloud-, Edge/Fog-, Node-Computing). Neben Technologien, Methoden und innovativen Mobilitätsdienstleitungen werden im Rahmen dieser Lehrveranstalung auch grundlegende Aspekte der Verkehrsplanung und Verkehrstechnik eingeführt sowie der intermodale Verkehr besprochen.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Verstehen

Verständnis grundlegender Konzepte u.a. von

- Ad-Hoc Kommunikation
- Mobilfunkkommunikation
- Verkehrsplanung
- Architekturen
- Fahrzeug als Teil eines Mobilitäts-Ökosystems
- Innovative Dienste

Anwenden

Bearbeitung von Übungsaufgaben

Analysieren

- Unterschiede zwischen unterschiedlichen Kommunikationstechnologien und Architekturen aufdecken
- Relevante Zukunftsszenarien aufbauen

Evaluieren (Beurteilen)

Anwendung von Simulation und Modellierung zur Evaluierung zukünftiger Szenarien und Fallstudien.

Literatur:

Barbara Flügge; Smart Mobility - Connecting Everyone: Trends, Concepts and Best Practices; Vieweg Teubner, 2017

Maurer, M., Gerdes, J.C., Lenz, B., Winner, H. (Hrsg.); Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte; Springer 2015

Johanning, V., Mildner, R.; Car IT kompakt: Das Auto der Zukunft - Vernetzt und autonom fahren; Springer, 2015

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Symbolic Artificial Intelligence)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren (Prüfungsnummer: 593320)

(englische Bezeichnung: Connected Mobility and Autonoumous Driving)

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

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

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

1. Prüfer: Anatoli Djanatliev

Modulbezeichnung:	**Advanced Mechanized Reasoning in Coq (AMeRiCo)** (Advanced Mechanized Reasoning in Coq)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tadeusz Litak	
Lehrende:	Tadeusz Litak	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 56 Std.	Eigenstudium: 169 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:

Advanced Mechanized Reasoning in Coq (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Tadeusz Litak)

Inhalt:

The aim of the module is to bridge the gap between introductory presentations such as the first two volumes of Software Foundations (covered in SemProg) and scalable, state-of-the-art Coq formalizations. From Coq itself, we plan to cover coinduction, typeclasses, termination metrics (Program Fixpoints vs. Equations), possibly also some aspects of MetaCoq, Ltac2 and SProp. When it comes to aspects of formalization and programming language semantics, we plan to discuss reasoning in the presence of binders (de Bruijn vs. locally nameless vs. HOAS approaches), formalization of separation logic, applications of logical relations (normalization, type safety, program equivalence), step indexing and partial evaluation. Details may be adjusted depending on background and preferences of the audience.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

The students explain advanced aspects of both programming semantics and proof assistants, in particular Coq.

Verstehen

The students prove theorems using a proof assistant.

Anwenden

The students transfer proofs into programs and programs into proofs.

Analysieren

The students examine behaviour of complex programs using formal semantics

Evaluieren (Beurteilen)

The students evaluate the role played by logic and type theory in scientific approach to programming.

Erschaffen

The students provide formal semantics to a scalable programming language.

Literatur:

Online book "Software Foundations" http://www.cis.upenn.edu/ bcpierce/sf/

Online books by Adam Chlipala: "Certified Programming with Dependent Types" http://adam.chlipala.net/cpdt/ and "Formal Reasoning About Programs" http://adam.chlipala.net/frap/

Supplementary reading on the theory of programming: Types and Programming Languages Benjamin C. Pierce, The MIT Press

Supplementary reading on Coq: Interactive Theorem Proving and Program Development Coq'Art: The Calculus of Inductive Constructions Series: Texts in Theoretical Computer Science. An EATCS Series Bertot, Yves, Casteran, Pierre

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Symbolic Artificial Intelligence)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Advanced Mechanized Reasoning in Coq (Prüfungsnummer: 31691)
(englische Bezeichnung: Advanced Mechanized Reasoning in Coq)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 50%
weitere Erläuterungen:
Die Modulnote setzt sich zu 50% aus dem Ergebnis einer 30-minütigen mündlichen Prüfung am Semesterende und zu 50% aus der Note für die Bearbeitung von fünf Übungsblättern zusammen. Gemäß Corona-Satzung wird als alternative Prüfungsform zur mündlichen Prüfung festgelegt: mündliche elektronische/digitale Distanzprüfung mit 30 Minuten Dauer.
Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Tadeusz Litak

Advanced Mechanized Reasoning in Coq (Prüfungsnummer: 31692)

Prüfungsleistung, Übungsleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 50%
weitere Erläuterungen:
Die Modulnote setzt sich zu 50% aus dem Ergebnis einer 30-minütigen mündlichen Prüfung am Semesterende und zu 50% aus der Note für die Bearbeitung von fünf Übungsblättern zusammen. Gemäß Corona-Satzung wird als alternative Prüfungsform zur mündlichen Prüfung festgelegt: mündliche elektronische/digitale Distanzprüfung mit 30 Minuten Dauer.
Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Tadeusz Litak

Modulbezeichnung:	**Modallogik (ML)** (Modal Logic)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Lutz Schröder	
Lehrende:	Lutz Schröder	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: unregelmäßig
Präsenzzeit: 56 Std.	Eigenstudium: 169 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:

Modallogik (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Lutz Schröder)

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

Grundlagen der Logik in der Informatik

Inhalt:

- Relationale Modallogiken
- Ausdrücksstärke
- Aximoatisierung und Vollständigkeit
- Entscheidbarkeit und Komplexität
- Programmverifikation mittels dynamischer und temporaler Logiken
- Modaler mu-Kalkül
- Koalgebraische Logik

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Die Studierenden geben grundlegede Definitionen, Axiomatisierungen und Resultate aus der Metatheorie der Modallogik wieder.

Anwenden

Die Studierenden führen beispielhaft Beweise in modallogischen Deduktionssystemen und wenden modallogische Schlussfolgerungsalgorithmen korrekt an. Sie instanziieren gängige Vollständigkeitskritierien auf konkrete Modallogiken.

Analysieren

Die Studierenden teilen Logiken gemäß ihrer metalogischen Eigenschaften wie Axiomatisierbarkeit, Entscheidbarkeit oder Komplexität ein; sie wählen für gegebene Anwendungszwecke geeignete Logiken aus.

Erschaffen

Die Studierenden führen selbständig metatheoretische Beweise über Modallogiken.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Die Studierenden erarbeiten selbständig formale Beweise.

Sozialkompetenz

Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen erfolgreich zusammen.

Literatur:

Sally Popkorn, *First Steps in Modal Logic*, 314 pages, Cambridge University Press, 1994.

Patrick Blackburn, Maarten de Rijke and Yde Venema, *Modal Logic*, 554 pages, Cambridge University Press, 2001.

Alexander Chagrov and Michael Zakharyashev, *Modal Logic*, 605 pages, Oxford University Press, 1997.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Symbolic Artificial Intelligence)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Modallogik (Prüfungsnummer: 984981)
(englische Bezeichnung: Modal logic)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Note der Prüfungsleistung setzt sich zu 50% aus dem Ergebnis einer 30-minütigen mündlichen Prüfung am Semesterende und zu 50% aus der Note für die Bearbeitung von fünf Übungsblättern zusammen.
Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Lutz Schröder

Modulbezeichnung:	**Biomedizinische Signalanalyse (BioSig)** (Biomedical Signal Analysis)	**5 ECTS**
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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Bildverarbeitung)

[3] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "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)", "Medizintechnik (Master 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.

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Björn Eskofier

Modulbezeichnung:	**Deep Learning (DL)** (Deep Learning)	**5 ECTS**
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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "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)", "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)", "Medizintechnik (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

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

1. Prüfer: Andreas Maier

Modulbezeichnung:	**Diagnostic Medical Image Processing (VHB-Kurs) (DMIP-VHB)** (Diagnostic Medical Image Processing (VHB course))	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Andreas Maier	
Lehrende:	Arpitha Ravi, Luis Carlos Rivera Monroy, 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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Bildverarbeitung)

[3] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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)", "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)", "Medizintechnik (Master 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

Erstablegung: 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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Andreas Maier

Modulbezeichnung:	**Interventional Medical Image Processing (Online-Kurs) (IMIP)** (Interventional Medical Image Processing (online course))	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Andreas Maier	
Lehrende:	Arpitha Ravi, Luis Carlos Rivera Monroy, 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 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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Bildverarbeitung)

[3] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Advanced Optical Technologies (Master of Science)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (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)", "Medizintechnik (Master 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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Andreas Maier

Modulbezeichnung:	**Künstliche Intelligenz II (KI II)** (Artificial Intelligence II)	**7.5 ECTS**
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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "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)", "Medizintechnik (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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Michael Kohlhase

Modulbezeichnung:	**Maschinelles Lernen für Zeitreihen Deluxe (MLTS+)** (Machine Learning for Time Series)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Dario Zanca, Björn Eskofier, Oliver Amft	
Lehrende:	Dario Zanca, Luis Ignacio Lopera Gonzalez, Oliver Amft, Björn Eskofier	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 135 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.)
Maschinelles Lernen für Zeitreihen Laborprojekt (WS 2021/2022, Praktikum, 2 SWS, An Nguyen 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 Toolboxen 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

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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Maschinelles Lernen für Zeitreihen Deluxe (Prüfungsnummer: 482355)
(englische Bezeichnung: Machine Learning for Time Series Deluxe)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Björn Eskofier

Organisatorisches:

Die Studierenden haben die Wahlmöglichkeit, die mündliche Prüfung entweder auf Deutsch oder Englisch zu absolvieren.
Students can choose if they want to take the oral exam in German or English.

Modulbezeichnung:	**Multimedia Security (MMSec)** (Multimedia Security)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Christian Riess	
Lehrende:	Christian Riess	

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

Lehrveranstaltungen:

Multimedia Security (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Christian Riess)
Multimedia Security Exercises (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Christian Riess)

Inhalt:

This lecture covers a variety of security-related topics around multimedia data. In particular, the lecture presents algorithms and key results from the past 15 years in multimedia security, including topics on image forensics, steganography, watermarking, and biometrics.

Selected algorithms are implemented and tested by the participants. It is helpful to bring some knowledge in signal processing or pattern recognition. It is also helpful to be not afraid from equations.

Tentative list of topics and algorithms:

- Image forensics for manipulation detection in digital media. Statistical and physics-based features for manipulation detection. Detecting traces of manipulations versus validating image authenticity.
- Blind source attribution: was an image or video captured with a particular camera?
- Steganography for covert communication. Fundamental algorithms, when can their application be detected?
- Watermarking for copyright protection in images/video. Fundamental algorithms, and their security.
- Biometric features for person re-identification, and practical concerns on their implementation.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Verstehen

Die Studierenden fassen die wesentlichen Fragestellungen auf dem Gebiet der Multimediasicherheit zusammen (The participants summarize the relevant questions within the field of multimedia security). Die Studierenden nennen und erklären die wesentlichen Fachbegriffe aus den Teilgebieten der Multimediasicherheit (The participants name and explain relevant terms from the subfields of multimedia security).

Evaluieren (Beurteilen)

Die Studierenden bewerten die Eignung der vorgestellten bildforensischen Algorithmen für ein gegebenes Untersuchungsszenario (The participants evaluate the suitability of the presented image forensics algorithms for a given examination scenario).

Erschaffen

Die Studierenden implementieren kurze Beispielsprogramme für ausgewählte Algorithmen der Multimediasicherheit (The participants implement short example programs for selected algorithms of multimedia security).

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Die Studierenden implementieren ausgewählte Methoden in der Programmiersprache C++ (The participants implement selected methods in the C++ programming language).

Sozialkompetenz

Die Studierenden implementieren und diskutieren Beispielsmethoden in Gruppenarbeit (The participants implement and discuss the example method in groups). Die Studierenden diskutieren die gesellschaftlichen Auswirkung von Multimediasicherheit am Beispiel aktueller Probleme (The participants discuss multimedia security's impact on society using current issues).

Literatur:

begleitend zu der Veranstaltung:

- Husrev Sencar, Nasir Memon (Editors): "Digital Image Forensics. There is More to a Picture than Meets the Eye", Springer 2013.

- Hany Farid: "Photo Forensics", MIT Press, 2016.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Multimedia Security (Prüfungsnummer: 330467)

(englische Bezeichnung: Multimedia Security)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Participation in the exercises includes successful preparation of the programming tasks (In total 5 tasks, where one task takes 2-3 weeks). The grade is the result of a 30 minutes oral exam.

Gemäß Corona-Satzung wird als alternative Prüfungsform festgelegt: 30-minütige mündliche Prüfung online, d.h. über zoom oder ein vergleichbares Kommunikationstool.

Prüfungssprache: Englisch

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

1. Prüfer: Christian Riess

Organisatorisches:

The lecture format will be an inverted classroom.

Everything will be coordinated via studon, please register for the class here: https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_3279420

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)

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, adaptives 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), Multidimensionsional Scaling (MDS), Isomap, 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, Cliquen-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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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)", "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)", "Medizintechnik (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

Erstablegung: 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 Tobshirani, 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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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)", "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)", "Medizintechnik (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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Andreas Maier

Modulbezeichnung:	**Speech and Language Understanding (SLU)** (Speech and Language Understanding)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Andreas Maier, Seung Hee Yang	
Lehrende:	Abner Hernandez, Seung Hee Yang, Andreas Maier	

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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "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)", "Medizintechnik (Master 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

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

1. Prüfer: Andreas Maier

Modulbezeichnung:	**Visual Computing in Medicine (VCMed)** (Visual Computing in Medicine)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Peter Hastreiter, Thomas Wittenberg	
Lehrende:	Thomas Wittenberg, Peter Hastreiter	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	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 Unterschie-den medizinischer Bildgebungsverfahren
- erwerben fundierte Kenntnisse über Gitterstrukturen, Da-tentypen und Formate medizinischer Bilddaten
- üben an Beispielen die Erkennung und Interpretation un-terschiedlicher 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 im-pliziten Bildregistrierung und erhalten einen Überblick zu wichtigen Verfahren der starren Registrierung
- erwerben fundierte Kenntnisse zu allen Aspekten der me-dizinischen Visualisierung (2D, 3D, 4D) von Skalar-, Vek-tor-, Tensordaten
- erhalten an einfachen Beispielen einen ersten Eindruck, wie sich Visualisierung zur Steuerung von

Bildanalysever-fahren 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 Visualisie-rung zur Bearbeitung kardiologischer, neurologischer, on-kologischer und strahlentherapeutischer Fragestellungen
- erhalten einen Überblick zu komplexen Krankheitsbildern als Grundlage für effektive und effiziente Lösungen
- erwerben erweiterte Kenntnisse zur multimodalen Bildre-gistrierung mit nichtstarren Transformationen
- erhalten vertieftes Wissen zu komplexen und aktuellen Themen der medizinischen Visualisierung (u.a. Integrati-onsverfahren, Transferfunktionen, Beschleunigungstech-niken 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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Bildverarbeitung)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "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)", "Medizintechnik (Master 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%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Thomas Wittenberg

Modulbezeichnung:	**Numerische Neurotechnologie (Neurotech)** (Computational Neurotechnology)	**5 ECTS**
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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

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

Modulbezeichnung:	**Computer Vision (CV)** (Computer Vision)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Bernhard Egger, Andreas Maier	
Lehrende:	Tim Weyrich, Bernhard Egger, Andreas Maier	

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

Lehrveranstaltungen:

Computer Vision (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Bernhard Egger et al.)
Computer Vision Exercise (SS 2022, Übung, 2 SWS, Bernhard Egger et al.)

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

Introduction to Machine Learning

Inhalt:

This lecture discusses important algorithms from the field of computer vision. The emphasis lies on 3-D vision algorithms, covering the geometric foundations of computer vision, and central algorithms such as stereo vision, structure from motion, optical flow, and 3-D multiview reconstruction. Participants of this advanced course are expected to bring experience from prior lectures either from the field of pattern recognition or from the field of computer graphics.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Vorlesung stellt eine Auswahl von Methoden aus dem Gebiet der Computer Vision vor, die in dem Feld eine zentrale Stellung einnehmen. In den Übungen implementieren und evaluieren die Studierenden selbständig diese Methoden. Die Studierenden arbeiten die ganze Zeit über an populären Computer Vision-Methoden wie zum Beispiel Stereosehen, optischer Fluss und 3D-Rekonstruktion aus mehreren Ansichten. Für diese Probleme

- beschreiben die Studierenden perspektivische Projektion, Rotationen und verwandte geometrische Grundlagen,
- erklären die Studierenden die behandelten Methoden,
- diskutieren die Studierenden Vor- und Nachteile verschiedener Modalitäten zur Erfassung von 3D-Informationen,
- implementieren die Studierenden einzeln und gemeinschaftlich in Kleingruppen Code,
- entdecken die Studierenden optimale Vorgehensweisen in der Datenaufnahme,
- erkunden und bewerten die Studierenden unterschiedliche Möglichkeiten für die Evaluation,
- diskutieren und präsentieren die Gruppenarbeiter in Gruppen die Vor- und Nachteile ihrer Implementierungen,
- diskutieren und reflektieren die Studierenden gesellschaftliche Auswirkungen von Anwendungen des 3D-Rechnersehens.

The lecture introduces computer vision algorithms that are central to the field. In the exercises, participants autonomously implement and evaluate these algorithms. The participants work throughout the time on popular computer vision algorithms, like for example stereo vision, optical flow, and 3-D multiview reconstruction. For these problems, the participants

- describe perspective projection, rotations, and related geometric foundations,
- explain the presented methods,
- discuss the advantages and disadvantages of different modalities for acquiring 3-D information,
- implement individually and in small groups code,
- discover best practices in data acquisition,
- explore and rank different choices for evaluation,
- discuss and present in groups the advantages and disadvantages of their implementations,
- discuss and reflect the social impact of applications of computer vision algorithms.

Literatur:

Richard Szeliski: "Computer Vision: Algorithms and Applications", Springer 2011.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Computer vision (Prüfungsnummer: 713618)

(englische Bezeichnung: Computer vision)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

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

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

1. Prüfer: Bernhard Egger

1. Prüfer: Andreas Maier

1. Prüfer: Tim Weyrich

Modulbezeichnung:	**Music Processing Analysis - Lecture & Exercise (MPA-LE)** (Music Processing Analysis - Lecture & Exercise)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Meinard Müller	
Lehrende:	Meinard Müller	

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

Lehrveranstaltungen:

Music Processing Analysis (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Meinard Müller)
Music Processing Analysis - Exercise (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Meinard Müller)

Empfohlene Voraussetzungen:

In this course, we discuss a number of current research problems in music processing or music information retrieval (MIR) covering aspects from information science and digital signal processing. We provide the necessary background information and give numerous motivating examples so that no specialized knowledge is required. However, the students should have a solid mathematical background. The lecture is accompanied by readings from textbooks or the research literature. Furthermore, the students are required to experiment with the presented algorithms using Python.

Inhalt:

Music signals possess specific acoustic and structural characteristics that are not shared by spoken language or audio signals from other domains. In fact, many music analysis tasks only become feasible by exploiting suitable music-specific assumptions. In this course, we study feature design principles that have been applied to music signals to account for the music-specific aspects. In particular, we discuss various musically expressive feature representations that refer to musical dimensions such as harmony, rhythm, timbre, or melody. Furthermore, we highlight the practical and musical relevance of these feature representations in the context of current music analysis and retrieval tasks. Here, our general goal is to show how the development of music-specific signal processing techniques is of fundamental importance for tackling otherwise infeasible music analysis problems.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Verstehen

- Die Studierenden stellen zentrale Aufgabenstellungen der Musikverarbeitung in eigenen Worten dar und skizzieren Lösungsansätze.
- Die Studierenden verstehen die Eigenschaften von unterschiedlichen Darstellungsformen von Musik.
- Die Studierenden interpretieren Signaleigenschaften anhand von Visualisierungen (Exercise).

Anwenden

- Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen zur Analyse und zum Vergleich von Musiksignalen an.
- Die Studierenden können voraussagen, wie sich unterschiedliche musikalische Eigenschaften bei der Signalanalyse auswirken.
- Die Studierenden implementieren Algorithmen zur Analyse, zum Vergleich und zur inhaltsbasierten Suche von Musiksignalen (Exercise).

Analysieren

- Die Studierenden beobachten und diskutieren die Bedeutung und Auswirkung von Parametern bei der Musikanalyse.
- Die Studierenden stellen unterschiedliche Verfahren bei der Analyse von Periodizitäten gegenüber.
- Die Studierenden analysieren und erforschen Eigenschaften von Musiksignalen mittels automatisierter Methoden (Exercise).
- Die Studierenden klassifieren und strukturieren Musikdaten mittels Lernverfahren (Exercise).

Evaluieren (Beurteilen)

- Die Studierenden hinterfragen Annahmen, die implizit bei der Verwendung von Analysemethoden gemacht werden.
- Die Studierenden schätzen ein, wann Methoden bei der Analyse von gewissen Musiksignalen funktionieren könnten und wann sie typischerweise versagen.
- Die Studierenden evaluieren automatisierte Methoden mittels geeigneter Evaluationsmaße unter Verwendung von manuell erstellten Annotationen (Exercise).

Erschaffen

- Die Studierenden entwerfen neue Algorithmen zur Musikanalyse durch Modifikation und Integration bestehender Software (Exercise).

Lern- bzw. Methodenkompetenz

- Die Studierenden bereiten sich auf die Vorlesung anhand ausgewählter Literatur vor.
- Die Studierenden hinterfragen bestehende Ansätze hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Praxis.
- Die Studierenden beachten Fragen der Effizienz bei den diskutierten Algorithmen.
- Die Studierenden entwickeln praktische Lösungswege für Problem in der Musikverarbeitung (Exercise)

Selbstkompetenz

- Die Studierenden hinterfragen ihr Verständnis von dem Gelernten anhand von Übungsaufgaben.
- Die Studierenden formulieren Fragen und stellen diese in der Vorlesung an den Dozenten und die Zuhörerschaft.
- Die Studierenden nutzen Verbesserungshinweise des Betreuers und der Tutoren zur Verbesserung ihrer Lernstrategien (Exercise).

Sozialkompetenz

- Die Studierenden organisieren selbständig Lerngruppen, in denen der Stoff diskutiert und vertieft wird.
- Die Studierenden simulieren mit ihren Kommilitonen mündliche Prüfungen.
- Die Studierenden entwickeln und implementieren Software im Team (Exercise).
- Die Studierenden geben Kommilitonen im Rahmen ihrer Zusammenarbeit wertschätzendes Feedback (Exercise).

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Music Processing Analysis - Lecture & Exercise (Prüfungsnummer: 639119)
(englische Bezeichnung: Music Processing Analysis - Lecture & Exercise)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
1. Teilprüfung (unbenotet): Lösen von Programmieraufgaben im Gesamtumfang von 2 Lab Units (je ca. 6-stündige Bearbeitungszeit), die von Tutoren abgenommen werden. Anfertigung einer 2-seitigen Zusammenfassung eines Kapitels des Lehrbuchs "Fudamentals of Music Processing" (Müller, Springer 2021).
2. Teilprüfung (benotet): mündliche Prüfung 30 min Die Prüfung kann wahlweise in Deutsch oder Englisch abgelegt werden.
Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Meinard Müller

Modulbezeichnung:	**Maschinelles Lernen für Zeitreihen (MLTS)** (Machine Learning for Time Series)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Dario Zanca, Björn Eskofier, Oliver Amft	
Lehrende:	Björn Eskofier, Oliver Amft, Luis Ignacio Lopera Gonzalez, Dario Zanca	

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 Toolboxen 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

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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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)", "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)", "Medizintechnik (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%

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

1. Prüfer: Björn Eskofier

Modulbezeichnung:	**Reinforcement Learning (RL)** (Reinforcement Learning)	**5 ECTS**
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 teachin 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 sequestration 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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Advanced Signal Processing & Communications Engineering (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)", "Medizintechnik (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

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

1. Prüfer: Christopher Mutschler

Modulbezeichnung:	**Algorithmische Bioinformatik (ALGBIOINF)** (Algorithmic Bioinformatics)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	David B. Blumenthal	
Lehrende:	David B. Blumenthal, und Mitarbeiter/innen	

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

Lehrveranstaltungen:

Algorithmic Bioinformatics (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, David B. Blumenthal et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Since the lecture will be accompanied by programming exercises in Python, prior knowledge of this programming language is recommended. For students without prior experience, a very brief introduction to Python will be provided in the first two exercise sessions.

Inhalt:

With the growing amount of readily available molecular profiling data, algorithms for analyzing these data are getting more and more important. This lecture provides a close-up view on a selection of these algorithms and introduces the biomedical problems which are addressed by them. In particular, the lecture will cover the following topics:

- A very brief introduction to molecular biology.
- Algorithms for global and local sequence alignment.
- Algorithms for de novo sequence assembly.
- Algorithms for secondary RNA structure prediction.
- Algorithms for exploratory omics data analysis.
- Algorithms for network alignment.
- Algorithms for disease mechanism mining in biological networks.

Lernziele und Kompetenzen:

Students will

- get familiar with the basics of molecular biology,
- acquire a thorough understanding of fundamental algorithms used in the field,
- learn how to use paradigms of algorithm design such as dynamic programming, local search, and ant colony optimization in concrete application scenarios,
- be able to reimplement the covered algorithms,
- be able to provide detailed, technical explanations of the covered algorithms.

Literatur:

Pointers to relevant papers will be provided throughout the lecture and be made available on StudOn (https://www.studon.fau.de/crs3922912.html). As optional accompanying literature, the following textbooks are recommended:

- Phillip Compeau & Pavel Pevzner: Bioinformatics Algorithms: An Active Learning Approach, Active Learning Publishers, 2018.
- Patrick Siarry (Ed.): Metaheuristics, Springer International Publishing, 2016.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Algorithmische Bioinformatik (Prüfungsnummer: 76781)
(englische Bezeichnung: Algorithmic Bioinformatics)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: David B. Blumenthal

Modulbezeichnung:	**Introduction to Explainable Machine Learning (xML)** (Introduction to Explainable Machine Learning)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Thomas Seel, Simon Bachhuber, Ive Weygers	
Lehrende:	Thomas Seel	

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

Lehrveranstaltungen:

Introduction to Explainable Machine Learning (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Thomas Seel et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Participants should be familiar with fundamental methods and concepts in machine learning. They should, for example, have completed one of the following courses

- Machine Learning for Engineers
- Maschinelles Lernen für Zeitreihen
- Pattern Recognition
- Deep Learning

Inhalt:

This course gives an introduction to explainable and interpretable methods and approaches in machine learning. We discuss prominent concepts in explainable machine learning, analyze and compare their potential and shortcomings, and apply them to example problems. The covered topics include but are not limited to:

- the role of explanations in machine learning (ML)
- definitions and terminology in explainable ML
- inherent versus post-hoc explainability
- prototypes in classification
- heat maps and saliency-based approaches
- global post-hoc explanations via surrogate models
- additive feature attribution methods
- local interpretable model-agnostic explanations
- explanations via Shapley values
- advanced methods from recent literature
- plausability, faithfulness, comprehensibility and consistency of

explanations

The example problems to which we will apply the concepts and methods will stem from application domains in which explainability is considered crucial, such as digital health.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Participants will be familiar with several machine learning concepts and methods that yield explainable results. They will know which properties explanations should ideally have and in which ways they can be assessed.

Verstehen

Participants will understand the relevance and usefulness of different levels and types of explainability in machine learning.

Anwenden

Participants will be familiar with the employment of several methods that yield explainable results, and they will be able to apply them to example problems.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Participants analyze and discuss scientific publications in the context of a given broader topic. Participants deepen and challenge their understanding of the taught concepts by designing and

answering short quizzes.

Sozialkompetenz

Participants successfully collaborate in small teams, they effectively exchange arguments and self-organize to produce a joint result within a given time frame.

Literatur:

- C. Molnar. "Interpretable Machine Learning - A Guide for Making Black Box Models Explainable" https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/
- A. Thampi. "Interpretable AI - Building explainable machine learning systems", Manning, https://www.manning.com/books/interpretable-ai
- Samek, W., Montavon, G., Vedaldi, A., Hansen, L.K., Müller, K.-R. (Editors). "Explainable AI: Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning", Springer, 2019.
- HJ Escalante, S. Escalera, I. Guyon, X. Baró, Y. Güçlütürk, U. Güçlü, M. van Gerven (Editors) . "Explainable and Interpretable Models in Computer Vision and Machine Learning", Springer, 2018.
- Biran, Or, and Courtenay Cotton. "Explanation and justification in machine learning: A survey." In IJCAI-17 Workshop on ExplainableAI (XAI), p. 8. 2017, http://www.cs.columbia.edu/ orb/papers/xai_survey_paper_2017.pdf.
- Doshi-Velez, Finale, and Been Kim. "Towards a rigorous science of interpretable machine learning." arXiv preprint, 2017, https://arxiv.org/abs/1702.08608.
- R Guidotti, A Monreale, F Turini, D Pedreschi, F Giannotti. "A survey of methods for explaining black box models." arXiv preprint, 2018, https://arxiv.org/abs/1802.01933.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | Subsymbolic AI/Machine Learning)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Introduction to Explainable Machine Learning (Prüfungsnummer: 76981)

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 optional homework assignments, up to 20% of bonus points can be obtained, which will be added to the result of the exam.

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

1. Prüfer: Thomas Seel

Organisatorisches:

StudOn-Kurs: https://www.studon.fau.de/crs4419539.html

Modulbezeichnung:	**Big Data Seminar (BDSem)**	**5 ECTS**
	(Big Data Seminar)	
Modulverantwortliche/r:	Richard Lenz	
Lehrende:	Dominik Probst, Demian E. Vöhringer	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: unregelmäßig
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:

Big Data Seminar (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Dominik Probst et al.)

Inhalt:

- Spannende Inhalte des Forschungsfeldes Big Data
- Selbstständige Einarbeitung in führende Technologien
- Industriegetriebene wissenschaftliche Fragestellungen
- Eigene Themenvorschläge ebenfalls gerne willkommen!

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden:

- arbeiten mit wissenschaftlicher Literatur;
- vereinheitlichen unterschiedliche Begriffbildungen;
- fassen ihre Exzerpte in einem Vortrag zusammen;
- formulieren eine kurze Zusammenfassung des Vortrags (Extended Abstract)
- vertreten ihre Auffassung in einer Diskussion

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Big Data Seminar (Prüfungsnummer: 31381)
(englische Bezeichnung: Big Data Seminar)

Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Bewertung der Prüfungsleistung setzt sich zu gleichen Teilen zusammen aus der Seminarausarbeitung (ca. 10 Seiten) und dem Vortrag (ca. 30 Min. Präsentation, zzgl. 15 Minuten Fragen).
Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Richard Lenz

Modulbezeichnung:	**Seminar Graphische Datenverarbeitung (GraGS)** (Computer Graphics Seminar)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Marc Stamminger	
Lehrende:	Frank Bauer, Marc Stamminger	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 80 Std.	Eigenstudium: 70 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:

Blender Seminar (SS 2022, Hauptseminar, Anwesenheitspflicht, Dominik Penk et al.)

Inhalt:

In diesem Modul vermitteln wir grundlegende Kenntnisse über den Umgang mit 3D-Modellierungstools und zur Planung von Projekten anhand der OpenSource Software BlendER.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Studierende können...

- ... mathematische Grundlagen verschiedener Beleuchtungsmodelle darlegen
- ... Konzepte der Szenengestaltung und Beleuchtung reproduzieren
- ... Mathematische Grundlagen zu Interpolationsverfahren darlegen
- ... sich an Lizenzmodellen für eigene Werke erinnern
- ... über verschiedene Strategien zur Projekt- und Teamplanung berichten

Verstehen

Studierende können...

- ... verschiedene Verfahren zur Keyframe- oder Vertexinterpolation schildern
- ... Probleme bei der Erstellung von Geometrie aufzeigen
- ... Probleme des Photon-Tracing illustrieren

Anwenden

Studierende können...

- ... Wissen über Szenengestaltung und Beleuchtung auf konkrete Beispiele anwenden
- ... eigene Materialshader auf der Grundlage vorgegebener Formeln/Vorschriften in BlendER umsetzen

Analysieren

- Selbstständige Projektplanung, Teamorganisation und Umsetzung eines 3D-Projektes in vorgegebenem Zeitfenstern

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

BlendER Seminar (Prüfungsnummer: 921878)

Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:

- 15-minütiger Vortrag plus Diskussion
- Abschlussprojekt bestehend aus
- Projektbeschreibung (eine Seite)

- in BlendER gerendertes Video (min. 1 Minute Laufzeit)

Die Note ergibt sich aus der Bewertung des Abschlussprojekes (80%) und des Vortrag es (20%).
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Frank Bauer, 2. Prüfer: Marc Stamminger

Modulbezeichnung:	**Masterseminar "Graphische Datenverarbeitung" (GraHS)** (Masterseminar "Visual Computing")	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Günther Greiner, Marc Stamminger	
Lehrende:	Tobias Günther	

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

Lehrveranstaltungen:

Seminar Graphische Datenverarbeitung (WS 2021/2022, Masterseminar, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Tobias Günther et al.)

Inhalt:

Dieses Seminar befasst sich mit fortgeschrittenen Themen im Visual Computing und umfasst sowohl bahnbrechende als auch aktuelle Forschungspublikationen. Die Themen beinhalten unter anderem Animation, Rendering, Materialien, Fabrication, und Capturing.

Das Seminar bietet den Teilnehmenden die Chance einen Überblick über viele Themen in der Computergraphik zu erhalten und sich gleichzeitig in ein selbstgewähltes Thema zu vertiefen. Während des Semesters steht es den Teilnehmenden frei praktische Erfahrungen zu sammeln, bspw. durch Nachimplementieren, Testen von veröffentlichtem Code, oder der Suche ähnlichen oder verwandten Implementierungen. Dies ist nicht zwingend erforderlich, aber es ist sehr empfehlenswert um ein Gespühr dafür zu entwickeln, ob das Thema auch in Zukunft für Abschlussarbeiten oder den Berufsweg interessant ist.

Bewertung: Jede/r Seminarteilnehmer/in wählt eine der in der ersten Session vorgestellten Publikationen aus, und stellt deren Inhalt im Laufe des Semesters in einem 30-minütigen Vortrag vor (zuzüglich 10-minütige Fragerunde). Die Vorträge beginnen ca. 3-4 Wochen nach Semesterstart. Der Vortrag geht zu 70% in die Gesamtnote ein. Desweiteren wird eine schriftliche Ausarbeitung zur gewählten Publikation bis zum letzten Seminartermin eingereicht, welche zu 30% in die Bewertung eingeht. Vortrag und schriftliche Ausarbeitung können auf Deutsch oder Englisch verfasst sein. Für die schriftliche Ausarbeitung gibt es kein striktes Seitenlimit, wobei eine Länge von 5-15 Seiten üblich ist. Der Vorlage entsprechend sind folgende Aspekte zu betrachten: Einleitung/Motivation, wissenschaftliche Einordnung, Methodik, Ergebnisse, Diskussion und Zusammenfassung. Die Vorträge werden thematisch gruppiert. Der Vortragstermin ist daher nicht frei wählbar. Zusammengefasst setzt sich die Gesamtnote zusammen aus:

- Vortrag (70%)
- Schriftliche Ausarbeitung (30%)

Ein wesentlicher Bestandteil bei der Bewertung des Vortrages ist die anschließende Diskussion. Um mehr Fragen zu generieren sind alle Teilnehmer/innen angehalten, alle Publikationen vor der jeweiligen Präsentation zu lesen, eine Zusammenfassung zu schreiben, und sich mindestens eine Frage zu überlegen. Die Zusammenfassung und Frage können eingereicht und bewertet werden. Werden im Verlauf des Semesters hierbei 80% der Punkte erreicht, wird die Gesamtnote um 0.3 bzw. 0.4 Notenpunkte erhöht. Das Einreichen von Zusammenfassung und Frage erfolgt in Englischer Sprache und ist freiwillig.

Bemerkung: Für dieses Seminar besteht Anwesenheitspflicht, wobei maximal drei Fehlstunden erlaubt sind. Bei medizinischen Gründen oder anderen besonderen Vorkommnissen werden Ausnahmen gemacht, sofern diese vor dem Termin vereinbart worden sind.

Lernziele und Kompetenzen:

Lernziele:

- Darlegen von aktuellen Forschungsproblemen in der Computergraphik
- Literaturrecherche
- Korrektes Zitieren
- Erfassen des Inhalts von wissenschaftlichen Texten
- Verbessern der Präsentations- und Argumentationsfähigkeiten
- Üben des Verfassens wissenschaftlicher Texte

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Masterseminar Graphische Datenverarbeitung (Prüfungsnummer: 325013)

Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
70% auf Vortrag; 30% auf Ausarbeitung (5-15 Seiten)

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Marc Stamminger

Modulbezeichnung:	**Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS) (OSS-NYT-VUE)** (Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS))	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Dirk Riehle	
Lehrende:	Dirk Riehle	

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

Lehrveranstaltungen:

Nailing your Thesis (VL) (SS 2022, Vorlesung, 4 SWS, Dirk Riehle)
Nailing your Thesis (UE) (SS 2022, Übung, Dirk Riehle)

Inhalt:

This course teaches students how to perform scientific research for their final thesis or a research paper. The goal is to prepare students for a Bachelor or Master research thesis.
The course covers the following topics:

- Science and society
- The research process
- Theory building research
- Theory validation research
- Writing a research thesis/paper
- The scientific community

Students can choose one or both of two components:

- VUE (VL + UE or seminar), 4 SWS, 5 ECTS. VUE combines lectures with homework and exercises. VUE is run as a 3h block.
- PROJ (small research project), 2 SWS, 5 ECTS. In PROJ, students perform a small research project, either individually or in teams. The available projects will be presented at the beginning of the course. Students perform the research, write a paper, and hold a presentation about their work.

Sign-up and further course information are available at https://nyt.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible.
The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).

Lernziele und Kompetenzen:

- Students gain an understanding of how science works
- Students learn how to perform research work
- Students learn how to write a research thesis

Literatur:

See https://nyt.uni1.de

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

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)", "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)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS) (Prüfungsnummer: 304439)
(englische Bezeichnung: Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS))

Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:

- Class quizzes: 10% (Every week except first week. Each quiz consists of 5 questions at 2 points. Each quiz takes 10 min.)
- Homework assignments: 40% (Every week except first week)
- Oral exam: 50% (Once, 30 min. Can be dropped, if you and we agree)

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Dirk Riehle

Modulbezeichnung:	**Neuartige Rechnerarchitekturen (NeuRa)** (Novel Computer Architectures)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Dietmar Fey	
Lehrende:	Simon Pfenning, Philipp Holzinger	

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

Lehrveranstaltungen:

Neuartige Rechnerarchitekturen (SS 2022, Hauptseminar, 4 SWS, Anwesenheitspflicht, Philipp Holzinger et al.)

Inhalt:

Die Entwicklung moderner CPUs hat eine interessante Evolution durchlaufen. Angefangen bei einfachen Single-Core CPUs wurde zunächst die Taktschraube immer weiter nach oben gedreht. Als dies aus thermischen Grund nicht weiter möglich war, wurden Parallelrechner aus ihrer akademischen Nische vertrieben und zum Allgemeingut eines jeden Informatikers. Neuere Entwicklung zeigen nun den Einsatz von heterogenen Rechnerarchitekturen, also die Verbindung verschiedener Recheneinheiten wie CPUs, GPUs, FPGAs, um mittels Spezialhardware anfallende Aufgaben schneller und energieeffizienter lösen zu können. Neuste Forschungsansätze hingegen versuchen nun auch den Hauptspeicher eines Rechners "intelligent" zu machen und Prozessoren direkt in den Speicher zu integrieren - sogenanntes in- oder near-memory-Computing.

Ziel dieses Moduls ist das ...

... kennen,

... verstehen,

... verwenden,

... vergleichen,

und evaluieren

verschiedener Rechnerarchitekturen von der Multi-Core CPU bis zum FPGA-Near-Memory-Beschleuniger. Anhand praktischer Anwendungen (z.B. Neuronale Netze, Bildverarbeitung, Autonomes Fahren) können die Architekturen erprobt werden.

Hierzu wird jedem Teilnehmenden ein Thema/Architektur zur Bearbeitung übertragen, welche sie/er selbstständig wissenschaftlich in einer schriftlichen Ausarbeitung und didaktisch in einem Vortrag aufarbeitet und präsentiert.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Lernende können Wissen über die Grundprinzipien moderner Rechnerarchitekturen (Intel, ARM CPUs; AMD, Nvidia GPUs; FPGAs, Beschleunigerkerne) wiedergeben.

Verstehen

Lernende verstehen die Grundprinzipien der Datenverarbeitung der einzelnen Architekturen; im speziell verstehen sie ob und warum eine vorgegebene Architektur besonders gut für die Lösung eines Problems geeignet ist.

Lernende verstehen die unterschiedlichen Ansätze zur Parallelismus der vorgestellten Architekturen.

Anwenden

Lernende sind in der Lage Anwendungen auf den vorgegebenen Architekturen z.B. durch Programmierung umzusetzen. Hierzu erklären Studierende wie die Parallelisierungstechniken in bestehenden Architekturen eingesetzt werden.

Evaluieren (Beurteilen)

Lernende evaluieren die Eignung von Architekturen, bestimmte Probleme effizient auf diese Abbilden zu können.

Sozialkompetenz

Lernende können komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht präsentieren und eigene Standpunkte in einer Fachdiskussion argumentativ vertreten.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

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)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Neuartige Rechnerarchitekturen (Prüfungsnummer: 941318)
(englische Bezeichnung: Novel Computer Architectures)

Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Vortrag und Abgabe einer Ausarbeitung:

- Theoretisch orientierte Seminarleistung: Vortrag (30-45 Min.) und Ausarbeitung (10-15 Seiten); Notenbildung 50 % Vortrag, 50 % Ausarbeitung
- Praktisch orientierte Seminarleistung: Gruppenvortrag (2-3 Studierende, je 15-20 Min.) und programmtechnische Umsetzung mit schriftlicher Dokumentation; Notenbildung 30 % Vortrag, 70 % Ausarbeitung

Die Prüfungssprache ist abhängig von der Wahl der Studierenden.
Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Dietmar Fey

Modulbezeichnung:	**Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0 (SemMLDA)** (Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	An Nguyen	
Lehrende:	Johannes Roider, Björn Eskofier, An Nguyen, Christoph Scholl	

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

Lehrveranstaltungen:

Maschinelles Lernen und Datenanalytik für Industrie 4.0 (SS 2022, Seminar, 2 SWS, Björn Eskofier et al.)

Inhalt:

Contents

Companies in all kinds of industries are producing and collecting rapidly more and more data from various sources. This is enabled by technologies such as the Internet of Things (IoT), Cyber-physical system (CPS) and cloud computing. Hence there is an increasing demand in industry and research for students and graduates with machine learning and data analytics skills in the Industry 4.0 context.

In this Seminar the Industry 4.0 term will include adjacent fields like the medical device or the automotive sector. Aim of this seminar is to give students insights about state-of-the-art machine learning and data analytics methods and applications in Industry 4.0 and adjacent fields. Students will mainly work independently on either a implementation centric or a research centric topic. The implementation centric topics will focus primarily on the implementation of algorithms and analytical components, while the research centric topic will focus on researching and structuring literature on a specific field of interest. Several potential topics will be provided but students are also encouraged to propose their own topics (please discuss with teaching staff beforehand).

Topics covered will include but are not limited to:

- Best practices for presentation and scientific work
- Brief overview of current hot topics in the field of machine learning and data analytics for Industry 4.0 (e.g. deep learning for predictive maintenance and process mining for usage analysis)
- Data acquisition (what kind of data can be acquired? Identification of publicly available data sets) and storage (how can data be stored efficiently?)
- Machine learning and data analytics methodologies (Support vector machines, Hidden Markov models, Deep learning, Process mining, etc.) for industrial data (sensor data, event logs, ...)

The seminar will include talks by corresponding lecturer and invited experts in the domain. Furthermore, students will present results from literature research and data analytics projects (provided or open source datasets).

Lernziele und Kompetenzen:

Learning Objectives and Competencies

- Students will develop an understanding of the current hot field of machine learning and data analytics for Industry 4.0 / healthcare
- Students will learn to research and present a topic within the context of machine learning and data analytics for Industry 4.0 / healthcare independently
- Students will learn to identify opportunities, challenges and limitations of corresponding ML approaches for Industry 4.0 / healthcare
- Students will develop the skill to identify and understand relevant literature and to present their finding in a structured manner
- Students will learn to present implementation and validation results in form of a demonstration and/or report

Literatur:

Literature (Selection)

- Lei, Yaguo, Naipeng Li, Liang Guo, Ningbo Li, Tao Yan, and Jing Lin. "Machinery Health Prognostics: A Systematic Review from Data Acquisition to RUL Prediction." Mechanical Systems and Signal Processing 104 (May 2018): 799 - 834.https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2017.11.016.
- Rojas, Eric, Jorge Munoz-Gama, Marcos Sepúlveda, and Daniel Capurro. "Process Mining in Healthcare: A Literature Review." Journal of Biomedical Informatics 61 (June 1, 2016): 224 - 36. https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.04.007.
- Wil M. P. van der Aalst. „Process Mining: Data Science in Action" 2nd edition, Springer 2016. ISBN 978-3-662-49851-4
- Wang, Lihui, and Xi Vincent Wang. Cloud-Based Cyber-Physical Systems in Manufacturing. Cham: Springer International Publishing, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67693-7.

- Wil M. P. van der Aalst. „Process Mining: Data Science in Action" 2nd edition, Springer 2016.

ISBN 978-3-662-49851-4

- Wang, Lihui, and Xi Vincent Wang. Cloud-Based Cyber-Physical Systems in Manufacturing. Cham: Springer International Publishing, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67693-7.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0 (Prüfungsnummer: 903776)
(englische Bezeichnung: Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0)

Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Final presentation with demo (20 minutes + 5 minutes discussion, 50% of grade) and paper according to IEEE standards (4 pages excluding references, 50% of the grade)

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Björn Eskofier

Organisatorisches:

Registration via e-mail to johannes.roider@fau.de

Modulbezeichnung:	**Multi-Core Architecture and Programming (MAP)** (Multi-Core Architecture and Programming)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Frank Hannig	
Lehrende:	Frank Hannig	

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

Lehrveranstaltungen:

Multi-Core Architecture and Programming (SS 2022, Seminar, 2 SWS, Frank Hannig et al.)

Inhalt:

Prozessoren mit mehreren Kernen sind heute bereits sehr weit verbreitet. Vertreter solcher Architekturen sind beispielsweise moderne Grafikprozessoren, die aus bis zu 3072 so genannter Stream Processors bestehen können oder auch der Kalray-Prozessor, mit seinem 256 Cores. Mehrkernprozessoren besitzen eine sehr hohe theoretische Rechenleistung und eröffnen dadurch faszinierende neue Möglichkeiten in naturwissenschaftlichen und anderen berechnungsintensiven Bereichen, wie etwa Multimediaanwendungen, Medizintechnik oder Finanzwirtschaft. Damit die Leistungsfähigkeit voll ausgeschöpft werden kann, muss jedoch eine effiziente Abbildung von Algorithmen auf die Architektur des jeweiligen Mehrkernprozessors gefunden werden. Gegenüber traditionellen Einkernprozessoren ist dabei oftmals ein radikales Umdenken bei der Programmierung erforderlich. Ziele dieses Seminars sind das Gewinnen von Einblicken in modernste Mehrkernarchitekturen und entsprechender Programmierparadigmen. Zur Umsetzung und Erprobung werden NVIDIA Tesla K20, 256-Core Kalray, Xeon Phi und Tegra K1 Systeme angeboten. Für die Projektarbeit im Team stehen neueste Softwareentwicklungswerkzeuge (CUDA, OpenCL, Renderscript, OpenMP) zur Verfügung.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Verstehen

- Die Studierenden tragen grundlegende Inhalte auf dem Gebiet modernster *Multi-/Many-Core Architectures* und deren Programmierung vor.

Analysieren

- Die Studierenden erproben Programmierparadigmen für Mehrkernarchitekturen.

Erschaffen

- Die Studierenden planen, entwickeln und evaluieren eigenständig parallele Anwendungen.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

- Die Studierenden arbeiten sich selbstständig in ein bis zwei wissenschaftliche Veröffentlichungen ein und suchen hierbei selbstständig nach verwandten Arbeiten, um den Kontext der Veröffentlichung zu verstehen und aufzubereiten.

Selbstkompetenz

- Die Studierenden können eigene Stärken und Schwächen, sowohl im Bereich ihrer Präsentationstechniken als auch der Team-Arbeit, reflektieren und die eigene Entwicklung planen.

Sozialkompetenz

- Die Studierenden beteiligen sich aktiv an den Vorträgen der jeweils anderen Studierenden durch fachbezogene Fragen zum Thema wie auch Rückmeldung zu Vortragsstil.
- Die Studierenden arbeiten in Gruppen kooperativ und verantwortlich, außerdem können sie das eigene Kooperationsverhalten in Gruppen kritisch reflektieren und erweitern.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

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)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Seminar Multi-Core Architecture and Programming (Prüfungsnummer: 588895)

Prüfungsleistung, Seminarleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Seminarvortrag (Dauer: 25 min) + Praxisvortrag (Dauer: 25 min). Erfolgreiche Bearbeitung aller Praxisaufgaben (verpflichtend). Die Modulnote ergibt sich aus 50% Seminarvortrag + 50% Praxisvortrag.

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Wdh.

1. Prüfer: Frank Hannig

Modulbezeichnung:	**Seminar Theoretische Informatik (ThInfSem)** (Theoretical Computer Science (Seminar))	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Lutz Schröder	
Lehrende:	Lutz Schröder	

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

Lehrveranstaltungen:

Seminar Theoretische Informatik (SS 2022, Oberseminar, 2 SWS, Lutz Schröder)

Inhalt:

- Theory of concurrency
- Programming semantics
- Categories in computer science
- Logic in computer science
- Theory of artificial intelligence

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Die Studierenden geben grundlegende Definitionen und Resultate aus einem vertieften Bereich der Theoretischen Informatik wieder.

Verstehen

Die Studierenden erläutern grundlegende algorithmische und deduktive Verfahren.

Anwenden

Die Studierenden erläutern Anwendungen theoretischer Methoden in konkreten informatischen Kontexten.

Erschaffen

Die Studierenden bereiten Resultate des Gebiets und ihre Herleitung eigenständig zur Präsentation auf.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Die Studierenden erarbeiten sich selbständig den Inhalt wissenschaftlicher Veröffentlichungen und geben diesen in einem strukturierten Vortrag verständlich wieder.

Sozialkompetenz

Die Studierenden arbeiten in einer größeren Gruppe an komplexen Problemen und erläutern eigene Einsichten den Mitstudierenden in verständlicher Form.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Seminar Theoretische Informatik (Prüfungsnummer: 863761)
(englische Bezeichnung: Theoretical Computer Science (Seminar))

Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Prüfungsleistung besteht aus einer ca. 10 seitigen Ausarbeitung und einem 90-minütigen erfolgreichen Vortrag. Die Noten von Ausarbeitung und Vortrag gehen zu je 50% in die Gesamtnote ein.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Lutz Schröder

Modulbezeichnung:	**Seminar Wissensrepräsentation und -verarbeitung (SWuV)** (Knowledge Representation and -processing)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Michael Kohlhase, Florian Rabe	
Lehrende:	Michael Kohlhase, Florian Rabe	

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

Lehrveranstaltungen:

Seminar Wissensrepräsentation und -verarbeitung (WS 2021/2022, Oberseminar, 2 SWS, Michael Kohlhase et al.)

Inhalt:

Dieses Seminar behandelt ausgewählte Themen aus dem Gebiet der Wissensrepräsentation und -Verarbeitung, mit einem Fokus auf mathematisches Wissen.

Die Vortragsthemen sind sehr unterschiedlich im Schwierigkeitsgrad, sie reichen von Einführungsthemen für ambitionierte Bachelor-Studenten bis zur Forschungsfront für Doktoranden. Sie spiegeln recht gut die Forschungsinteressen der KWARC Gruppe wieder. Daher ist dieses Seminar sehr gut geeignet um in die Arbeitsgruppe einzusteigen (z.B. für eine Promotion).

Lernziele und Kompetenzen:

Aktuelle Fachliteratur verstehen, Forschungsthemen für ein Fachpublikum verständlich aufbereiten und vortragen, Kommunikation mit Experten.

Fachkompetenz

Wissen

Die Studierenden geben grundlegende Definitionen und Resultate aus einem vertieften Bereich der Wissensrepräsentation und -Verarbeitung wieder.

Verstehen

Die Studierenden erläutern grundlegende algorithmische und deduktive Verfahren. Sie tragen durch Literaturstudium erworbenes Wissen vor und erläutern es einem kleinem Fachpublikum aus Mitstudierenden.

Anwenden

Die Studierenden erläutern Anwendungen theoretischer Methoden in konkreten informatischen Kontexten.

Erschaffen

Die Studierenden bereiten Resultate des Gebiets und ihre Herleitung eigenständig zur Präsentation auf.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Die Studierenden erarbeiten sich selbständig den Inhalt wissenschaftlicher Veröffentlichungen und geben diesen in einem strukturierten Vortrag verständlich wieder.

Sozialkompetenz

Die Studierenden arbeiten in einer größeren Gruppe an komplexen Problemen und erläutern eigene Einsichten den Mitstudierenden in verständlicher Form.

Literatur:

Wird in der Veranstaltung im persönlichen Betreuungsgespräch zwischen Lehrenden und Studierenden gemeinsam für den Seminarvortrag ausgewählt.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Seminar Wissensrepräsentation und -verarbeitung (Prüfungsnummer: 635405)
(englische Bezeichnung: Knowledge Representation and -processing)

Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Zum Bestehen dieser Lehrveranstaltung muss ein ca. 45-minütiger Vortrag im Seminar gehalten werden (50%) und eine ca. 15-seitige Ausarbeitung (50%) angefertigt werden.
Die Prüfungsprache ist abhängig von der Wahl der Studierenden.
Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: keine Wdh.
1. Prüfer: Michael Kohlhase, 2. Prüfer: Florian Rabe

Modulbezeichnung:	**Network Medicine (NETMED)** (Network Medicine)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	David B. Blumenthal	
Lehrende:	David B. Blumenthal, und Mitarbeiter/innen	

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

Lehrveranstaltungen:

Network Medicine (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, David B. Blumenthal et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Some prior knowledge in graph theory and/or network science is recommended.

Inhalt:

Network medicine is an emerging research field which leverages techniques from molecular biology, bioinformatics, combinatorial optimization, and artificial intelligence to uncover potential disease mechanisms and candidates for causally effective treatments in heterogeneous molecular networks. In this seminar, students will dive into selected hot topics in network medicine.

Lernziele und Kompetenzen:

Students will

- develop an understanding of hot topics in the field of network medicine,
- learn how to identify, understand, and contextualize relevant research literature,
- learn how to do a presentation for a scientific audience,
- gain first experience in academic writing.

Literatur:

The seminar will roughly follow the following textbook:

- Loscalzo, Joseph, Albert-László Barabási, and Edwin K. Silverman (eds.): Network Medicine: Complex Systems in Human Disease and Therapeutics. Harvard University Press, 2017.

All relevant literature will be made available in StudOn (https://www.studon.fau.de/crs3922950.html).

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Network medicine (Prüfungsnummer: 76731)
(englische Bezeichnung: Network Medicine)

Prüfungsleistung, Seminarleistung, Dauer (in Minuten): presentation 90 min.
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Successful 90 min seminar presentation (50% of grade) and short perspective paper on the selected topic (50% of grade, 4 pages ACM style excluding references).
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: David B. Blumenthal

Modulbezeichnung:	**Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems (SemHitL)** (Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	N.N	
Lehrende:	Bernhard Kainz	

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

Lehrveranstaltungen:

Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, Bernhard Kainz)

Empfohlene Voraussetzungen:

Prerequisites recommended:
Deep Learning ML Prof. Dr. Andreas Maier 2+2 5 x E
Pattern Recognition ML Prof. Dr. Andreas Maier 3+1+2 5 x E
Maschinelles Lernen für Zeitreihen ML Prof. Eskofier, Prof. Oliver Amft, Dr. Ch. Mutschler 2+2+2 7.5 x E

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

Deep Learning
Reinforcement Learning

Inhalt:

Human-in-the-Loop Machine Learning describes processes in which humans and Machine Learning algorithms interact to solve one or more of the following:
Making Machine Learning more accurate Getting Machine Learning to the desired accuracy faster Making humans more accurate Making humans more efficient
Aim of this seminar is to give students insights about state-of-the-art Active Learning and interactive data analysis methods. Students will work independently on specific topics including implementation and analytical components alongside lectures delivered by the course lead, guest lectures and flipped classroom sessions, where students explore a topic independently, which is then discussed in class. Several potential topics will be provided but students are also encouraged to propose their own topics (after discussion with course lead).
Topics covered will include but are not limited to: Introduction to Human-in-the-Loop Machine Learning
- Active Learning Strategies:
- Uncertainty Sampling
- Diversity Sampling
- Other Strategies

Annotating Data for Machine Learning
- Who are the right people to annotate your data?
- Quality control for data annotation
- User interfaces for data annotation

Transfer Learning and Pre-Trained Models
- What are Embeddings?
- What is Transfer Learning?

Adaptive Learning
- Machine-Learning for aiding human annotation
- Advanced Human-in-the-Loop Machine Learning

Lernziele und Kompetenzen:

In-depth knowledge of human-n-the-loop machine learning, including deeper insight into current research.

A capability to work independently on application-driven projects. To use a holistic view to critically, independently and creatively identify, formulate and deal with complex issues.
To follow a scientific approach, formulating hypotheses, validation through experimentation and statistical analysis. To plan and use adequate methods to conduct qualified tasks in given frameworks and to evaluate this work. To create, analyse and critically evaluate different technical/architectural solutions.
To integrate knowledge critically and systematically. To clearly present and discuss the conclusions as well as the knowledge and arguments that form the basis for these findings in written and spoken English. A consciousness of the ethical aspects of research and development work.

Literatur:

A specific reading list will be established at the beginning of each term, general literature is listed below:

Quinn J, McEachen J, Fullan M, Gardner M, Drummy M. Dive into deep learning: Tools for engagement. Corwin Press; 2019 Jul 15. https://d2l.ai/
Goodfellow I, Bengio Y, Courville A, Bengio Y. Deep learning. Cambridge: MIT press; 2016 Nov 18. https://www.deeplearningbook.org/
Budd S, Robinson EC, Kainz B. A survey on active learning and human-in-the-loop deep learning for medical image analysis. arXiv preprint arXiv:1910.02923. 2019 Oct 7. https://arxiv.org/abs/1910.02923

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems (Prüfungsnummer: 31131)
(englische Bezeichnung: Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems)

Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Presentation + demo (25 minutes) + written report + working demo and source code. 50% of grade: Presentation + demo (25 minutes) 50% of grade 4 pages IEEE standard paper (excluding references) + code submission.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Bernhard Kainz

Modulbezeichnung:	**Seminar Advanced Algorithms in Medical Image Processing (SemAAMIP)** (Seminar Advanced Algorithms in Medical Image Processing)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Andreas Maier, Katharina Breininger	
Lehrende:	Vincent Christlein, Katharina Breininger, Joachim Hornegger, Andreas Maier	

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

Lehrveranstaltungen:

Seminar Advanced Deep Learning (SS 2022, Seminar, 2 SWS, Katharina Breininger et al.)

Inhalt:

Deep Learning-based algorithms showed great performance in many fields of image processing and pattern recognition and compete with technologies such as compressive sensing and iterative optimization. The basis for the success of these algorithms is the availability of large amounts of data (big data) for training and of high computing power (typically GPUs). In this seminar, we try to explore advanced deep learning methods. In particular, we will aim to develop a deeper understanding of certain topics, for example, graph neural networks, unsupervised learning, differentiable learning, invertible learning, neural ordinary differential equations, transfer learning, multi-task learning, uncertainty DL, etc.

Lernziele und Kompetenzen:

Students will be able to

- perform their own literature research on a given subject
- independently research this subject
- present and introduce the subject to their student peers
- give a scientific talk in English according to international conference standards

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Seminar Advanced Algorithms in Medical Image Processing (Prüfungsnummer: 76431)

Prüfungsleistung, Seminarleistung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Gesamtnote setzt sich zu 100% aus der Bewertung des Vortrags zusammen. Benotet wird ein Vortrag von 30 Minuten über ein vorgegebenes Thema. Ziel ist es diese Zeit möglichst genau einzuhalten und den anderen Studenten möglichst präzise einen Überblick über das Themengebiet zu geben. Hierbei wird neben der Vortragsweise und des Inhalts insbesondere auch die Qualität der Folien bewertet. Der Vortrag sollte auf Englisch erfolgen.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Andreas Maier, 2. Prüfer: Katharina Breininger

Modulbezeichnung:	**Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data (ETS)** (Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Dario Zanca	
Lehrende:	Dario Zanca	

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

Lehrveranstaltungen:

Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data (SS 2022, Seminar, 2 SWS, Dario Zanca)

Inhalt:

Contents Seeing is a complex activity. Humans perform eye movements to actively seek for useful information, while regulating pupil size to control the amount of light to be captured. Eye-tracking can be used to record the eye's activity. It is a powerful tool to study human gaze behavior and it can be used to assess the health condition of individuals. The aim of this seminar is to become familiar with eye-tracking data and their use in different domains, from neuroscience and artificial intelligence (to understand and simulate human attention), to medicine and psychology (to identify eye-tracking based biomarkers). Different methods will be introduced and compared. Students will study on state-of-the-art papers and present the details of the chosen topic described in the papers. Alternatively, the student may work on experimental task and present the result of applying state of the art methods.

Lernziele und Kompetenzen:

After completing the module, students will

- be able to describe an eye-tracking experimental setup and how to work with eye-tracking data.
- be able to explain the common eye-tracking data analysis techniques.
- be able to explain the state-of-the-art saliency and scanpath models to predict human visual attention.

Literatur:

- Itti, L., Koch, C., & Niebur, E. (1998). A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis. IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, 20(11), 1254-1259.
- Borji, A., & Itti, L. (2012). State-of-the-art in visual attention modeling. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 35(1), 185-207.
- Judd, T., Ehinger, K., Durand, F., & Torralba, A. (2009, September). Learning to predict where humans look. In 2009 IEEE 12th international conference on computer vision (pp. 2106-2113). IEEE.
- Zanca, D., & Gori, M. (2017, December). Variational laws of visual attention for dynamic scenes. In Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems (pp. 3826-3835).
- Zanca, D., Melacci, S., & Gori, M. (2019). Gravitational laws of focus of attention. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 42(12), 2983-2995.
- Zanca, D., Gori, M., Melacci, S., & Rufa, A. (2020). Gravitational models explain shifts on human visual attention. Scientific Reports, 10(1), 1-9.
- Bellet, M. E., Bellet, J., Nienborg, H., Hafed, Z. M., & Berens, P. (2019). Human-level saccade detection performance using deep neural networks. Journal of neurophysiology, 121(2), 646-661.
- Piu, P., Serchi, V., Rosini, F., & Rufa, A. (2019). A cross-recurrence analysis of the pupil size fluctuations in steady scotopic conditions. Frontiers in neuroscience, 13, 407.
- Zénon, A. (2017). Time-domain analysis for extracting fast-paced pupil responses. Scientific reports, 7(1), 1-10.

- Bargagli, A., Fontanelli, E., Zanca, D., Castelli, I., Rosini, F., Maddii, S., ... & Rufa, A. (2020). Neurophthalmologic and Orthoptic Ambulatory Assessments Reveal Ocular and Visual Changes in Patients With Early Alzheimer and Parkinson's Disease. Frontiers in Neurology, 11.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data (Prüfungsnummer: 76131)
Prüfungsleistung, Seminarleistung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
presentation (50%) and written report (50%)

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Björn Eskofier

Modulbezeichnung:	**Fantastic datasets and where to find them (FANDAT)** (Fantastic datasets and where to find them)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Andreas Kist	
Lehrende:	Andreas Kist	

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

Lehrveranstaltungen:

Fantastic datasets and where to find them (SS 2022, Seminar, 2 SWS, Andreas Kist et al.)

Inhalt:

Im ersten Zoom-Meeting werden verschiedene biomedizinische Datensätze aufgezeigt, wo man diese finden kann und als Vortrag vergeben. Ziel des Seminars ist es, dass Studenten durch das Vorstellen eines biomedizinischen Datensatzes die Grundlagen der Datenakquise, den Umfang des Datensatzes, sowie die Vor- und Nachteile eines Datensatzes verstehen.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Die Studierenden eignen sich breites Wissen über (biomedizinische) Datensätze an und wie diese erstellt werden

Verstehen

Durch die Veranstaltung können Studierende Beispiele für verschiedene Modalitäten wiedergeben und Vor- und Nachteile der Datensätze beschreiben

Anwenden

Durch den Kurs können Studierende die Qualität eines Datensatzes einordnen und einteilen.

Analysieren

Durch den gehaltenen Vortrag sind Studierende in der Lage Datensätze eigenständig zu charakterisieren.

Evaluieren (Beurteilen)

Studierende sind in der Lage in ihrem Vortrag Datensätze einzustufen und zu kritisieren.

Erschaffen

Studierende erhalten einen umfassenden Einblick welche Kritieren wichtig sind in der Konstruktion neuer Datensätze.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Studierende lernen einen Datensatz in einem struktierten Vortrag darzustellen.

Selbstkompetenz

Studierende erhalten die Möglichkeit mit eigenen Worten effektive Kommunikation zu erlernen.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Grundlagen empirischer Forschungsmethoden in der medialen Interaktion (Prüfungsnummer: 31741)
(englische Bezeichnung: Talk in Seminar FANDAT)

Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Referat, Dauer (in Minuten): 25, benotet
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Andreas Kist

Modulbezeichnung:	**Green AI - AI for Sustainability and Sustainability of AI (GREENAI)** (Green AI - AI for Sustainability and Sustainability of AI)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Eva Dorschky, Björn Eskofier	
Lehrende:	Björn Eskofier, Eva Dorschky	

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

Lehrveranstaltungen:

Green AI - AI for Sustainability and Sustainability of AI (SS 2022, Seminar, 2 SWS, Eva Dorschky et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Basic knowledge in machine learning is required to take part in the seminar. Students are expected to have completed one or more basic courses, such as PR, PA, IntroPR, DL, MTLS, or equivalent.

Inhalt:

Can we use AI to combat global climate change? How can advances in machine learning and data science help to monitor climate crises and to conserve nature? What is the role of AI in reducing greenhouse gas emissions in the manufacturing industries, transportation infrastructure, agriculture, and power sector?

In this seminar, we will develop and discuss future perspectives of AI for sustainability, considering the sustainability of AI itself. Current advances in machine learning, particularly deep learning, are enabling new applications but are accompanied by an exponential increase in computational cost and thus significant carbon emissions (Schwartz et al., 2020; Vinuesa et al., 2020). In this seminar, we will learn about important aspects of improving the sustainability of machine learning algorithms.

This seminar offers a different perspective on machine learning as taught in other courses, namely its role in global climate change. This aspect is becoming increasingly important in research, but also in industry. Therefore, this seminar provides the following items:

- Introduction to "Green AI" versus "Red AI"
- Guests talks on related research topics
- Group discussions on future prospects of AI, specifically machine learning
- Best practices for literature review and scientific presentations
- Literature review on Green AI in certain areas in groups
- Scientific talk of each student on one specific topic

Lernziele und Kompetenzen:

Students will analyze

- the opportunities that AI offers to combat global climate change
- the negative impact of AI on global climate change
- current research topics in the field of "Green AI"

Students will be able to

- discuss and work in a group
- perform and write a literature review
- give a scientific presentation

Literatur:

Schwartz, Roy et al. (2020). “Green ai". In: Communications of the ACM 63.12, pp. 54 - 63.

Vinuesa, Ricardo et al. (2020). “The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals". In: Nature communications 11.1, pp. 1 - 10.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Green AI - AI for sustainability and sustainability of AI (Prüfungsnummer: 76141)
(englische Bezeichnung: Green AI)

Untertitel: AI for Sustainability and Sustainability of AI
(englischer UntertitelAI for Sustainability and Sustainability of AI)
Prüfungsleistung, Seminarleistung, Dauer (in Minuten): 20
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
The grade will be based on a written report (40%) and scientific talk (60%). Active participation in discussions will be rewarded with a bonus.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Björn Eskofier

Organisatorisches:

Registration via email: eva.dorschky@fau.de

Modulbezeichnung:	**Legged Locomotion of Robots (LLR)**	**2.5 ECTS**
	(Legged Locomotion of Robots)	
Modulverantwortliche/r:	Anne Koelewijn	
Lehrende:	Anne Koelewijn	

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

Lehrveranstaltungen:

Legged Locomotion of Robots (SS 2022, Seminar, 2 SWS, Anne Koelewijn)

Inhalt:

Legged robotics help researchers understand human and animal locomotion. Furthermore, legged robots have many different applications, for example to aid in dangerous environments and in rehabilitation. Active prosthetics and exoskeletons improve gait of people with a disability, like a spinal cord injury or an amputation. The goal of this seminar is to become familiar with different algorithms and analysis methods that are used for legged robotics. Important concepts here are the energetics and the stability. Robots should be energy efficient, in the case of an exoskeleton to not lose battery power for a day. Obviously, stability is important to avoid falls. Each student will perform a literature review of a specific concept related to robot locomotion. The concepts can be chosen from a list, or the student can propose their own topic. Students can choose to perform an extra assignment to receive an additional 2.5 ECTS. The assignment will require the student to implement the chosen concept in simulation or in practice.

Lernziele und Kompetenzen:

- Familiarize with different concepts that are used in control and analysis of robot locomotion
- Understand the theoretical background of concepts of robot locomotion
- Differentiate between different types of robots
- Understand the stability and energetics in robot locomotion

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Legged Locomotion of Robots (LLR) (Prüfungsnummer: 76561)
Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
30 min. in-class presentation

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Anne Koelewijn

Modulbezeichnung:	**Tracking Olympiad (TRACO)** (Tracking Olympiad)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Andreas Kist	
Lehrende:	Andreas Kist, René Groh	

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

Lehrveranstaltungen:

Tracking Olympiad (SS 2022, Seminar, 4 SWS, Andreas Kist et al.)

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

Data Science Survival Skills
Deep Learning
Pattern Recognition
Introduction to Machine Learning
Machine Learning for Engineers I: Introduction to Methods and Tools
Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods

Inhalt:

Computer vision is one of the major tasks and applications of artificial intelligence (AI). Gaining hands-on experience is therefore of great importance for future AI developers. In the Tracking Olympiad, students utilize latest object detection and tracking algorithms to track a freely, randomly moving object ("HexBug") in a given arena. The students will be provided with a set of videos that contain the ground-truth positional information and implement an own tracking technique. At the beginning of the seminar, all students are divided into teams which compete with each other to find the best strategy for tracking the HexBug. The team's tracking prediction needs to be an algorithm that incorporates each student's tracking algorithm. The team's score will be evaluated by applying the team's tracking algorithm to previously unseen/withheld videos. Further, the team acquires and annotates own data to improve their tracking algorithms. Each team selects videos that are tested by the other teams' algorithm and are subsequently ranked similar to a soccer league table. The aim of this seminar is to enable each student developing an own AI-powered tracking algorithm that is an integral part of a team solution. The Tracking Olympiad consists of two sessions in a given week, one with a journal club explaining AI tracking concepts by students and one for open Q&A depending on the individual student's progress with voluntary developmental time.

Lernziele und Kompetenzen:

Students

- will be able to create own code
- are able to create acquire and annotate own data
- can document their code
- will strengthen their team skills
- can develop tracking algorithms
- will learn about latest AI methods
- can present complex topics
- can extract relevant information from journal papers

Literatur:

- Burger and Burge, Principles of Digital Image Processing (all volumes)
- Howes and Minichino, Learning OpenCV 4 Computer Vision with Python 3
- Sebastian Raschka, Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2
- Aurélien Géron, Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow
- Pereira et al., Quantifying behaviour to understand the brain, Nat Neurosci 2020

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Hauptseminar)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Tracking Olympiad (Prüfungsnummer: 76121)
(englische Bezeichnung: Talk and written report)

Prüfungsleistung, Seminarleistung, Dauer (in Minuten): 20
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Talk (presenting paper/video) 20 min, written report 10-15 pages, valued 50% talk and 50% written report for grading
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2023
1. Prüfer: Andreas Kist

Modulbezeichnung:	**Applied Software Engineering Master-Projekt (10-ECTS) (OSS-PROJ)** (Applied Software Engineering Master Project (10-ECTS))	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Dirk Riehle	
Lehrende:	Dirk Riehle	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: k.A. Std.	Eigenstudium: 300 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Applied Software Engineering Master-Projekt (SS 2022, Sonstige Lehrveranstaltung, Dirk Riehle)

Inhalt:

This module lets students fulfill their degree program's project obligation by performing a project in software engineering and/or open source.

We prefer that you use one of our existing courses for your project obligation, but are willing to have you for a one-off topic if none of our courses fit.

Project topics should be in the domain of (applied) software engineering and may or may not include open source software as a topic.

You can find current seminar / project / thesis topics at https:/oss.cs.fau.de/fun; all topics are customizable to your needs (ECTS points).

If you find something that interests you, please talk to the respective person listed in the topic description (bottom of document, usually).

Lernziele und Kompetenzen:

- Students learn to program a software component as part of one of our projects
- Students learn to work with a lead programmer in a continuous delivery process

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | AI Systems and Applications)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Applied Software Engineering Master-Projekt (Prüfungsnummer: 31411)
(englische Bezeichnung: Applied Software Engineering Master-Projekt (10-ECTS))

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:

- Project work: 100% of the final grade
- Die Prüfungssprache ist abhängig von der Wahl der Studierenden

Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Dirk Riehle

Modulbezeichnung:	**Master-Projekt Datenmanagement (MastProj)** (Master Project Data Management)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Richard Lenz	
Lehrende:	Richard Lenz, Alle Assistenten	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Aktueller Hinweis:
Diese Veranstaltung findet dieses Semester **online** statt.
Weitere Informationen finden Sie im zugehörigen **StudOn-Kurs**.
Informations regarding online courses are provided via **StudOn**.

Master-Projekt Datenmanagement (SS 2022, Projektseminar, 2 SWS, Richard Lenz et al.)

Inhalt:

Da wir in der Vergangenheit immer mit sehr kleinen Teilnehmerzahlen in unseren Master-Projekten zu tun hatten, haben wir sie nun (nach dem Vorbild anderer Lehrstühle) anders organisiert:
Die Teilnehmer erhalten individuelle Aufgaben, die sich in den Projekten am Lehrstuhl ergeben haben und die sich im Rahmen einer solchen Lehrveranstaltung lösen lassen. Sowohl die Wissenschaftlichkeit als auch die erwünschte Team-Arbeit sind durch die Einbettung in diese Projekte gegeben, selbst bei nur einem Teilnehmer oder einer Teilnehmerin.
Im Unterschied zu den Examensarbeiten wird die praktische Arbeit einen viel größeren Anteil einnehmen. Literaturarbeit und Dokumentation der Ergebnisse sind immer noch erwünscht, fallen aber deutlich geringer aus als bei Examensarbeiten. In erster Linie wird an Forschungsprototypen mitgearbeitet, die in den Projekten am Lehrstuhl erstellt werden. Das kann Codierung bedeuten, aber auch Messungen und Simulationen, um nur einige Beispiele zu nennen.
Wir schlagen Themen vor, aber es ist durchaus zulässig, sich auch selbst Gedanken über ein Thema zu machen. Naheliegende Voraussetzung dafür ist es, sich mit den Projekten am Lehrstuhl zu befassen (siehe Orientierungsvorlesung!) und auch mit den Mitarbeitern zu sprechen, die diese Projekte durchführen.
Themenvorschläge finden sich im zugeordneten StudOn-Kurs.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden
- arbeiten sich in ein laufendes Forschungsprojekt ein;
- arbeiten im Team mit wissenschaftlichen Mitarbeitern und anderen Studierenden;
- konzipieren und implementieren Erweiterungen eines komplexen Software-Systems;
- verstehen und ergänzen die Dokumentation von komplexen Software-Systemen;
- arbeiten mit Versionsverwaltungssystemen;
- verwenden Software-Entwicklungs-Tools;
- stellen die Ergebnisse ihrer Entwicklung einem Leitungsgremium dar.

Literatur:

hängt vom gewählten Thema ab

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Master-Projekt Datenmanagement (Prüfungsnummer: 377432)
(englische Bezeichnung: Master Project Data Management)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Benotung setzt sich zusammen aus 50 % Programmentwicklung, 30 % Ausarbeitung (ca. 20 Seiten) und 20 % Abschluss-Präsentation (30 Minuten zzgl. 15 Minuten Fragen).

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Wdh.
1. Prüfer: Meyer-Wegener/Lenz (T10100)

Modulbezeichnung:	**Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik (ProjMAD)** (Project Machine Learning and Data Analytics)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Björn Eskofier, Dario Zanca, An Nguyen	
Lehrende:	Björn Eskofier	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:

Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik (SS 2022, Sonstige Lehrveranstaltung, Björn Eskofier et al.)

Inhalt:

At the Machine Learning and Data Analytics Lab we offer project topics that are related to our current research in the fields of Machine Learning, Human Computer Interaction, Modeling and Simulation and Wearable Computing. Other than a course with fixed topic, project topics are defined individually. The 10 ECTS project addresses students of computer science and medical engineering. However, most projects can also be offered as 5 ECTS medical engineering internship/praktikum.

There will be a kick-off meeting the first Thursday 16:15-18:00 of each semester where topics in the field of machine learning and data analytics will be presented. Most topics will be related to the diverse research fields of the Machine Learning and Data Analytics Lab. Students also have the possibility to discuss their own project ideas with the supervisors. The distribution of topics will be based on prerequisites and first come, first serve in terms of time of registration until all topics are distributed. Students will have to contact the corresponding supervisor for the topic of interest.

Additional topics are also presented on our website.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- arbeiten sich in einen Algorithmus der Mustererkennung ein und implementieren diesen
- arbeiten sich in komplexe Softwaresysteme ein und erweitern diese
- lernen, eigenständig Lösungsvorschläge auszuarbeiten und umzusetzen
- dokumentieren die von ihnen geschriebene Software

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik (Prüfungsnummer: 924553)
(englische Bezeichnung: Project Machine Learning and Data Analytics)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Note setzt sich zusammen aus:

- 50% Implementierung von Software zur Lösung der gestellten Aufgaben
- 25% Vorführung der Funktionalität beim Betreuer
- 25% Beschreibung der Software in Form einer wissenschaftlichen Ausarbeitung (ca. 4-8 Seiten) oder als herkömmliche Software-Dokumentation (ca. 8-16 Seiten)

Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Björn Eskofier

Organisatorisches:
Master Studium Informatik

Modulbezeichnung:	**Projekt Mustererkennung (ProjME)** (Project Pattern Recognition)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Andreas Maier	
Lehrende:	Vincent Christlein, Andreas Maier	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:

Projekt Mustererkennung (SS 2022, optional, Praktikum, Andreas Maier)
Projekt Computer Vision (SS 2022, optional, Praktikum, Vincent Christlein et al.)

Inhalt:

At the Pattern Recognition Lab we offer project topics that are connected to our current research in the fields of medical image processing, speech processing and understanding, computer vision and digital sports. Other than a course with fixed topic, project topics are defined individually.
The 10 ECTS project is directed towards students of computer science. However, most projects can also be offered as 5 ECTS medical engineering practical modules (academic laboratory or research laboratory).
Please have a look at our website for an overview.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden
- arbeiten sich in komplexe Softwaresysteme ein und erweitern diese
- lernen, eigenständig Lösungsvorschläge auszuarbeiten und umzusetzen
- dokumentieren die von ihnen geschriebene Software

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Projekt Mustererkennung (Prüfungsnummer: 628205)
Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Note setzt sich zusammen aus: 50% Implementierung von Software zur Lösung der gestellten Aufgaben; 25% Vorführung der Funktionalität beim Betreuer; 25% Beschreibung der Software in Form einer wissenschaftlichen Ausarbeitung oder als herkömmliche Software-Dokumentation. Der Umfang der wissenschaftlichen Ausarbeitung liegt bei maximal 10 Seiten.
Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Andreas Maier

Modulbezeichnung:	**Projekt zur Künstlichen Intelligenz (P KI)** (Project for Artificial Intelligence)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Michael Kohlhase	
Lehrende:	Michael Kohlhase, Florian Rabe	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:

Projekt Künstliche Intelligenz (SS 2022, Projektseminar, Michael Kohlhase)

Inhalt:

The KWARC group (Wissensrepräsentation und Verarbeitung) conducts research in knowledge representation and reasoning techniques with a view towards applications in knowledge management. We extend techniques from formal methods so that they can be used in settings where formalization is either infeasible or too costly. We concentrate on developing techniques for marking up the structural semantics in technical documents. This level of markup allows for offering interesting knowledge management services without forcing the author to formalize the document contents.

In contrast to courses with fixed topics, project topics are defined individually. See http://kwarc.info for further information.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- arbeiten sich in komplexe Softwaresysteme ein und erweitern diese
- lernen, eigenständig Lösungsvorschläge auszuarbeiten und umzusetzen
- dokumentieren die von ihnen geschriebene Software

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | Symbolic Artificial Intelligence)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Projekt zur Künstlichen Intelligenz (Prüfungsnummer: 851420)
(englische Bezeichnung: Project for Artificial Intelligence)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Modulnote setzt sich wie folgt zusammen:

- 60 % Software-Projekt (ca. 5000 Code-Zeilen)
- 25 % Ausarbeitung (ca. 15 Seiten)
- 15 % Vortrag (ca. 30 Minuten)

Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Michael Kohlhase, 2. Prüfer: Florian Rabe

Modulbezeichnung:	**Rechnerarchitekturen für Deep-Learning Anwendungen (RADL)** (Deep-Learning Computer Architectures)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Marc Reichenbach, Dietmar Fey	
Lehrende:	Philipp Holzinger, Marc Reichenbach	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 100 Std.	Eigenstudium: 200 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

Lehrveranstaltungen:

Rechnerarchitekturen für Deep-Learning Anwendungen (WS 2021/2022, Praktikum, 8 SWS, Philipp Holzinger et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

- Grundlegende Programmierkenntnisse in C
- Freude an der Hardware
- Detaillierte Kenntnisse in FPGAs, VHDL oder Assembler sind nicht erforderlich
- Wissen im Bereich Deep-Learning / Tensorflow ist nicht erforderlich

Inhalt:

Maschinelles Lernen, im speziellen Deep-Learning Netzwerke haben in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Anwendungsfelder umfassen beispielsweise für die Klassifikation von Bildern, das Verstehen von menschlicher Sprache oder die Überwachung von Rechentechnik bzgl. IT-Angriffen. Während die Grundlagen von Deep-Learning (Neuronale Netze) schon über einen langen Zeitraum erforscht wurden, ist eine flächendeckende Anwendung von Deep-Learning Netzwerken erst seit jüngster Zeit möglich, da nun entsprechende leistungsfähige Rechnerarchitekturen zur Verfügung stehen um die aufwendigen Berechnungen durchzuführen.

Das genannte Praktikum beschäftigt sich mit der Evaluierung verschiedener Rechnerarchitekturen (mit entsprechenden Architektureigenschaften) bzgl. der performanten Auswertung von Deep-Learning Netzwerken. Dabei werden die Architekturen CPU, GPU und FPGA genauer untersucht und bewertet. Für eine schnelle Auswertung von Deep-Learning Netzwerken spielt Parallelrechentechnik eine wichtige Rolle, deswegen werden unter anderem folgende Fragen im Praktikum genauer beantwortet:

- Wie kann ich Multi-Core CPUs effizient nutzen?
- Kann ich mit der Verwendung der SIMD-Extensions (SSE, AVX) ein Beschleunigung der Auswertegeschwindigkeit erzielen?
- Was sind GPUs und wie kann ich die massive Parallelität für die Auswertung von Deep-Learning Netzwerken nutzen?
- Welche Rolle spielen Caches bzw. die Speicherhierachie eines Rechensystems für die schnelle Auswertung von Deep-Learning Netzwerken?
- Wie können FPGAs genutzt werden um Deep-Learning Netzwerke applikationsspezifisch zu implementieren?

Für einen einfachen Einstieg wird das Deep-Learning Framework Tensorflow verwendet. Anhand einfacher Besipiele können o.g. Fragen beantwortet werden. Ein größeres Beispiel, gerechnet auf unseren eigenen Servern mit Hardware von AMD, Intel und Nvidia zeigt wie sich reale Anwendungen effizient mit "Customer-Hardware" umsetzen lassen. Hardware in verschiedenen Leistungsklassen (von wenigen Milliwatt bis mehrere Kilowatt) steht dabei zur Verfügung. Die Experimente werden in unserem Parallelrechenlabor durchgeführt.

Die Studierenden erhalten eine Einführung in Form von Vorträgen. Hauptbestandteil ist die praktische Arbeit mit genannten Rechnerarchitekturen durch effiziente Programmierung mittels C(++), Cuda, OpenCL. Für den erfolgreichen Abschluss des Praktikums ist Kolloquium (ca. 15 Minuten) zu bestehen und ein Bericht (ca. 10 Seiten) anzufertigen.

Lernziele und Kompetenzen:

Verstehen Die Studierenden verstehen die elementaren Grundfunktion neuronaler Netze und wie sich diese auf Hardware abbilden lassen. Die Studierenden lernen die Architekturen CPU, GPU und FPGA

kennen, verstehen den internen Aufbau und können die wesentlichen Architektureigenschaften wiedergeben.
Analysieren Die Studierenden nutzen CPUs, GPUs und FPGAs für die Auswertung von DL-Netzwerken. Dabei können sie Performancemetriken (Laufzeit, Energieverbrauch) anwenden.
Evaluieren Die Studierenden können die Architekturen CPU, GPU und FPGA hinsichtlich ihrer Eignung für die Auswertung von DL-Netzwerken vergleichen.

Literatur:

Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques for Building Intelligent Systems; Aurélien Géron

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | AI Systems and Applications)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Rechnerarchitekturen für Deep-Learning Anwendungen (Prüfungsnummer: 31111)
Prüfungsleistung, Praktikumsleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Für den erfolgreichen Abschluss des Praktikums ist Kolloquium (ca. 15 Minuten) zu bestehen und ein Bericht (ca. 10 Seiten) anzufertigen.
Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Fey/Reich (ps0006)

Modulbezeichnung:	**The AMOS Project (SD-Role 10-ECTS) (OSS-AMOS-SD)** (The AMOS Project (SD-Role 10-ECTS))	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Dirk Riehle	
Lehrende:	Dirk Riehle	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

The AMOS Project (UE) (SS 2022, Übung, Dirk Riehle)
The AMOS Project (VL) (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Dirk Riehle)

Inhalt:

This course teaches agile methods (Scrum and XP) and open source tools using a single semester-long project.
Topics covered are:

- Agile methods and related software development processes
- Scrum roles, process practices, including product and engineering management
- Technical practices like refactoring, continuous integration, and test-driven development
- Principles and best practices of open source software development

The project is a software development project in which student teams work with an industry partner who provides the idea for the project. This is a practical hands-on experience. Students can play one of two primary roles:

- Product owner. In this function, a student defines, prioritizes, communicates, and reviews requirements. The total effort adds up to 5 ECTS.
- Software developer. In this function, a student estimates their effort for requirements and implements them. The total effort adds up to 10 ECTS.

Students will be organized into teams of 7-8 people, combining product owners with software developers. An industry partner will provide requirements to be worked out in detail by the product owners and to be realized by the software developers. The available projects will be presented at the beginning of the course.
Class consists of a 90min lecture followed by a 90min team meeting. Rooms and times for team meetings are assigned in the beginning of the semester.
Sign-up and further course information are available at https://amos.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible.
The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).

Lernziele und Kompetenzen:

- Students learn about software products and software development in an industry context
- Students learn about agile methods, in particular, Scrum and Extreme Programming
- Students learn about open source software development and its underlying principles
- Students gain practical hands-on experience with a Scrum process and XP technical practices

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | AI Systems and Applications)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "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)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

The AMOS Project (SD-Role, PR) (Prüfungsnummer: 31421)
(englische Bezeichnung: The AMOS Project (SD-Role 10-ECTS))

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:

- Class quizzes: Six times in one semester, consist of 5 questions at 2 points each, 10 minutes each, 5% of the final grade
- Project work: Every week, 45% of the final grade (50% independent, 50% contribution to teamwork)
- Oral exam: One time, 30 minutes, 50% of the final grade (Can be dropped, if you and we agree)

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Dirk Riehle

Modulbezeichnung:	**AI-1 Systems Project (AI1SysProj)** (AI-1 Systems Project)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Michael Kohlhase	
Lehrende:	Michael Kohlhase	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 40 Std.	Eigenstudium: 260 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

AI-1 Systems Project (WS 2021/2022, Projektseminar, 4 SWS, Michael Kohlhase et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Strong programming skills in any programming language.

Inhalt:

This project complements the symbolic AI methods covered in the AI-1 Lecture with practical experience in implementing the algorithms or applying existing state-of-the-art libraries and systems. Practical areas of covered in this project include

- Logic Programming
- Rational Agents
- Search (classical/adversarial)
- Constraint Satisfaction/Propagation
- Propositional/First-Order Reasoning
- Knowledge Representation
- Planning

Project participants will work on multiple concrete problems/applications in small project teams. The results will be

- evaluated using benchmark/problems and/or competitions between project teams.
- documented in (short) project reports and be presented to the group.

Lernziele und Kompetenzen:

Students will

- develop and implement algorithms or apply existing systems/libraries to multiple symbolic AI Problems,
- acquire hands-on experience in an established research field,
- learn best practices in software development and documentation,
- gain first experience in academic writing.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | Symbolic Artificial Intelligence)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

AI-1 Systems Project (Prüfungsnummer: 31161)
Prüfungsleistung, Praktikumsleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Method of Examination: Working software, competition/benchmark results, project reports, presentations (for all sub-projects). Grading: Software/Results: 60%, 25% project report, 15% presentation.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Michael Kohlhase

Modulbezeichnung:	**AI-2 Systems Project (AI2SysPro)** (AI-2 Systems Project)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Michael Kohlhase	
Lehrende:	Michael Kohlhase, Jan Frederik Schäfer	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 40 Std.	Eigenstudium: 260 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

AI-2 Systems Project (SS 2022, Projektseminar, 4 SWS, Michael Kohlhase et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Strong programming skills in any programming language.

Inhalt:

This project complements the statistical AI and Machine Learning methods covered in the AI-2 Lecture with practical experience in implementing the algorithms or applying existing state-of-the-art libraries and systems. Practical areas of covered in this project include

- Probabilistic Reasoning
- Bayesian/Decision Networks
- Temporal Probability Models
- MDP/POMDPs
- Inductive Learning
- Neural Networks
- Statistical Learning
- Natural Language Processing

Project participants will work on multiple concrete problems/applications in small project teams. The results will be

- evaluated using benchmark/problems and/or competitions between project teams.
- documented in (short) project reports and be presented to the group.

Lernziele und Kompetenzen:

Students will

- develop and implement algorithms or apply existing systems/libraries to multiple symbolic AI Problems,
- acquire hands-on experience in an established research field,
- learn best practices in software development and documentation,
- gain first experience in academic writing.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

AI-2 Systems Project (Prüfungsnummer: 31171)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Method of Examination: Working software, competition/benchmark results, project reports, presentations (for all sub-projects). Grading: Software/Results: 60%, 25% project report, 15% presentation.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Michael Kohlhase

Organisatorisches:

Method of Examination: Working software, competition/benchmark results, project reports, presentations (for all sub-projects).
Grading: Software/Results: 60%, 25% project report, 15% presentation.

Modulbezeichnung:	**Projekt Biomedical Network Science (BIONETS)** (Project Biomedical Network Science)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	David B. Blumenthal	
Lehrende:	David B. Blumenthal, und Mitarbeiter/innen	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Projekt Biomedical Network Science (SS 2022, Projektseminar, 4 SWS, David B. Blumenthal et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Strong programming skills in any programming language.

Inhalt:

The Biomedical Network Science (BIONETS) lab investigates molecular disease mechanisms using techniques from combinatorial optimization, network science, and artificial intelligence. We also develop privacy-preserving decentralized biomedical AI solutions, which enable cross-institutional studies on sensitive data. Students will work on individual research topics within these field and develop prototypes of software tools to solve the addressed problems.

Lernziele und Kompetenzen:

Students will

- develop and implement an algorithm for a problem within the field of biomedical networks science which, in certain respects, improves upon the state-of-the-art,
- acquire hands-on experience in an emerging research field,
- learn best practices in software development and documentation,
- gain first experience in academic writing.

Literatur:

All relevant research literature will be made available in StudOn (https://www.studon.fau.de/crs4393906.html).

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | AI Systems and Applications)

[3] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Projekt Biomedical Network Science (Prüfungsnummer: 76761)
(englische Bezeichnung: Project Biomedical Network Science)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Working prototype of a software tool (40% of grade), 20 min demonstration with the lecturers (20% of grade), a short scientific paper which describing the developed methodologies (40% of grade, 4 pages ACM style excluding references).
Prüfungssprache: Englisch

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

1. Prüfer: David B. Blumenthal

Organisatorisches:

Topics will be assigned in a first kick-off meeting, where students can either select from a list of proposed projects or propose their own ideas. Subsequently, students will have individual meetings with the lecturers on a weekly or bi-weekly basis.

Modulbezeichnung:	**Project Representation Learning (PRL)** (Project Representation Learning)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Bernhard Kainz	
Lehrende:	Bernhard Kainz	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Project Representation Learning (WS 2021/2022, Sonstige Lehrveranstaltung, Bernhard Kainz)

Empfohlene Voraussetzungen:

recommended:

Deep Learning ML Prof. Dr. Andreas Maier 2+2 5 x E

Pattern Recognition ML Prof. Dr. Andreas Maier 3+1+2 5 x E

Maschinelles Lernen für Zeitreihen ML Prof. Eskofier, Prof. Oliver Amft, Dr. Ch. Mutschler 2+2+2 7.5 x E

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

Deep Learning

Reinforcement Learning

Inhalt:

Different projects in the area of (deep) representation learning are on offer. These reach from theoretical exploration of new data representation methods to practical evaluation of applications in, e.g., medical image analysis.

Example projects will be made available on the website of the chair for health data science. Students may also propose their own projects, which will be coordinated and refined with the module lead during preliminary discussions.

Lernziele und Kompetenzen:

Considerably more in-depth knowledge of deep representation learning, including deeper insight into current research and development work.

A capability to contribute to research and development work.

To use a holistic view to identify, formulate and deal with complex issues critically, independently and creatively.

To follow a scientific approach, formulating hypotheses, validation through experimentation and statistical analysis.

To plan and use adequate methods to conduct qualified tasks in given frameworks and to evaluate this work.

To create, analyse and critically evaluate different technical/architectural solutions.

To integrate knowledge critically and systematically.

To clearly present and discuss the conclusions as well as the knowledge and arguments that form the basis for these findings in written and spoken English.

To identify the issues that must be addressed within the framework of the specific thesis in order to take into consideration all relevant dimensions of sustainable development.

A consciousness of the ethical aspects of research and development work.

Literatur:

A specific reading list will be established at the beginning of each project, general literature is listed below:

Quinn J, McEachen J, Fullan M, Gardner M, Drummy M. Dive into deep learning: Tools for engagement. Corwin Press; 2019 Jul 15. https://d2l.ai/

Goodfellow I, Bengio Y, Courville A, Bengio Y. Deep learning. Cambridge: MIT press; 2016 Nov 18. https://www.deeplearningbook.org/

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Project Representation Learning (Prüfungsnummer: 31121)
Prüfungsleistung, Praktikumsleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Written report and oral presentation: a) Top achievement:
• Knowledge: Solid knowledge, insight and overview.
• Application: Solid exposition, independent application and critical reflection b) Medium achievement:
• Knowledge: Some knowledge and insight
• Application: Clear exposition and relative consistent application c) Achievement for passing:
• Knowledge: Sufficient, but limited knowledge
• Application: Sufficient exposition and application
Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Bernhard Kainz

Modulbezeichnung:	**Project Representation Learning (PRL)** (Project Representation Learning)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Bernhard Kainz	
Lehrende:	Johanna Müller, Bernhard Kainz, Mischa Dombrowski	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Project Representation Learning (SS 2022, Sonstige Lehrveranstaltung, 8 SWS, Bernhard Kainz)

Inhalt:

At the Image Data Exploration and Analysis Lab we offer project topics that are connected to our current research in the fields of medical image processing, machine learning, human-in-the-loop computing, and computer vision. Other than a course with fixed topic, project topics are defined individually. The 10 ECTS project is directed towards students of computer science and edical engineering. Please have a look at our website for an overview. https://www.idea.tf.fau.eu/teaching/open-projects/

Lernziele und Kompetenzen:

The students
work their way into complex software systems and expand them
learn to develop and implement solutions independently
document the software they have written

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Project Representation Learning (Prüfungsnummer: 31121)
(englische Bezeichnung: Project Representation Learning)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Note setzt sich zusammen aus: 50% Implementierung von Software zur Lösung der gestellten Aufgaben; 25% Vorführung der Funktionalität beim Betreuer; 25% Beschreibung der Software in Form einer wissenschaftlichen Ausarbeitung oder als herkömmliche Software-Dokumentation. Der Umfang der wissenschaftlichen Ausarbeitung liegt bei maximal 10 Seiten.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Bernhard Kainz

Modulbezeichnung:	**Projekt Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing (InnoLabPro)** (Project Innovation Lab for Wearable and Ubiquitous Computing)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Björn Eskofier	
Lehrende:	Kai Klede, Alzhraa Ahmed, Ann-Kristin Seifer, Matthias Zürl, Mohamad Wehbi, Michael Nissen, Björn Eskofier, Misha Sadeghi, Imrana Abdullahi Yari, Johannes Link, Marlies Nitschke	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 120 Std.	Eigenstudium: 180 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing (SS 2022, Praktikum, 4 SWS, Björn Eskofier et al.)

Inhalt:

Mini-Computer, die unseren Lebensrhythmus dokumentieren, EKG-Sensoren, die jedes Detail aufzeichnen, Brillen, die uns in eine andere Realität versetzen - diesen Technologien begegnen wir mittlerweile ständig im Alltag. Im Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing werden solche Technologien von Studierenden entwickelt und gleichzeitig aufgezeigt, wie man mit diesen ein eigenes Startup gründen könnte. Die innovativen Technologien werden dabei prototypisch in Gruppenarbeit (5-8 Studierende) unter Nutzung von agilen Entwicklungsmethoden (Scrum) geschaffen. Den Studierenden steht dabei der Zugang zum Innovationslabor offen, welches mit der nötigen Infrastruktur für die Entwicklung der Prototypen ausgestattet ist. Die Ideen für die Projekte stammen dabei entweder von kooperierenden Firmen oder von den Studierenden selbst. Neben dem Prototyping erlernen die Teilnehmer in Tutorials die Grundlagen für innovatives Arbeiten wie Design Thinking und Patentrecherche. Zudem wird ihnen beigebracht, wie sie nach der Entwicklung ihre Ideen schützen und gegebenenfalls an den Markt bringen können.

Content:

Mini-computers documenting our rhythm of life, EKG-Sensors tracing every detail or glasses, that transfer us into another reality are amongst the technologies we are meanwhile facing in our everyday lives. At the Innovation Lab for Wearable and Ubiquitous Computing students develop such technologies and learn about the possibilities and requirements to build a start-up. By applying agile development methods (Scrum), teams of 5 to 8 students develop prototypes of products within the wearable and ubiquitous computing field. Participating students have open access to the Innovation Lab, which provides them with everything they need to develop their prototypes. The project ideas originate from cooperating companies or the students themselves. Besides the great practical experience gained during development, students also learn about entrepreneurship. There will be tutorials covering design thinking, market analysis, management of development processes, securing intellectual property, and business plan creation.

Lernziele und Kompetenzen:

- Die Studierenden nutzen in der gemeinsamen agilen Projektentwicklung das Framework SCRUM.
- Die Studierenden führen eine Ideation Session mit ihrem Projektpartner durch.
- Die Studierenden lernen, die Ergebnisse ihrer Entwicklung sowohl wissenschaftlich als auch im Kontext eines Sales-Pitches zu präsentieren.
- Die Studierenden nutzen Gitlab für die gemeinsame Entwicklung von Software-Anwendungen.
- Die Studierenden lernen die verschiedensten Aspekte einer Unternehmensgründung kennen.

Learning Goals and skills:

- Students use the agile project management framework SCRUM.
- Students conduct an ideation session together with project partners.
- Students learn to present their results both in a reseach environment as well as in a sales-pitch environment
- Students use Gitlab for the joint development of software applications.
- Students are familiarized with various aspects of entrepreneurship and founding.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing (Prüfungsnummer: 615628)
(englische Bezeichnung: Innovation Lab for Wearable and Ubiquitous Computing)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Der Umfang der Leistung im Innovation Lab setzt sich aus vier Teilbereichen zusammen (in Klammern ist der Anteil an der Gesamtnote angegeben):

- Teampräsentation - 30 min (30%)
- Abschlussvortrag - 10 min (10 %)
- Hardware/Software Development, Scrum Meetings, Practical work (40%)
- Abschlussdokumentation/Report - ca. 3 - 6 Seiten pro Studierendem (20 %)

Nach dem erfolgreichen Absolvieren erhalten die Studierenden 10 ECTS.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Björn Eskofier

Modulbezeichnung:	**Project Music and Audio Processing (ProjMAP)** (Project Music and Audio Processing)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Meinard Müller	
Lehrende:	Meinard Müller	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 240 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:

Project Music and Audio Processing (SS 2022, Sonstige Lehrveranstaltung, Meinard Müller)

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

Music Processing Analysis - Lecture & Exercise

Inhalt:

At the International Audio Laboratories Erlangen we offer project topics that are connected to our current research in the field of semantic audio processing with a focus on music analysis, retrieval, and classification applications. Project topics are defined individually. The 10 ECTS project is directed towards students of computer science. Please directly contact Meinard Müller for further details and possible project topics.

Lernziele und Kompetenzen:

The students

- familiarize themselves with complex software systems and expand them
- learn to develope and implement solutions independently
- conduct systematic experiments and evaluate results
- document the software they develop

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Project Music and Audio Processing (Prüfungsnummer: 31641)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
The grade consists of: 50% implementation of software to solve the given task; 25% demonstration of the functionality to the supervisor; 25% description of the software in the form of a scientific elaboration or as conventional software documentation. The length of the scientific elaboration is a maximum of 10 pages.
Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Meinard Müller

Modulbezeichnung:	**Hinter den Kulissen des Museums (AtGNM)** (Backstage in the Museum)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Frank Bauer, Philipp Kurth, Tim Weyrich	
Lehrende:	Frank Bauer, Tim Weyrich, Philipp Kurth	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: unregelmäßig
Präsenzzeit: 100 Std.	Eigenstudium: 200 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Hinter den Kulissen des Museums - vom 3D-Scan zur digitalen Ausstellung (WS 2021/2022, Projektseminar, Frank Bauer et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Sie sollten bereits über grundlegende Programmierkenntnisse verfügen. Mögliche Vorlesungen sind z.B. AuD, IWGS oder GdI.
Idealerweise haben Sie auch bereits Erfahrung im Umgang mit 3D-Software oder die Veranstaltung Computergrafik absolviert.

Inhalt:

Wie entstehen eigentlich digitale Inhalte in einem Museum? In diesem Projekt-Seminar lernen Sie den zugrundeliegenden Ablauf in Zusammenarbeit mit dem Germanischen Nationalmuseum kennen. Dabei arbeiten Sie selbst an jedem Schritt mit: vom Scan im Museum über die 3D-Rekonstruktion und Aufbereitung der Daten (in Blender) bis zur inhaltlichen Gestaltung (mit Unity 3D) und finalen Veröffentlichung z.B. über Sketchfab. Durch das Semester werden Sie immer begleitet von Experten aus dem Germanischen Nationalmuseum, Mitarbeitern der Computergrafik und der Digital Humanities in Erlangen. So können Sie im Laufe des Semesters eine digitale Ausstellung von Anfang bis Ende interaktiv und spannend gestalten.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Erschaffen

Lernende planen, entwerfen und produzieren unter Zuhilfenahme von typischen Werkzeugen der Computergrafik eine digitale Ausstellung für eine reales Museumsobjekt.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Ausgewählte Projekte der Computergraphik (GraPro) (Prüfungsnummer: 46421)
Prüfungsleistung, Praktikumsleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Bewertet wird das Ergebnis der Projektarbeit
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: keine Wdh.
1. Prüfer: Frank Bauer

Modulbezeichnung:	**Ausgewählte Projekte der Computergraphik (GraPro)** (Selected Projects of Computer Graphics)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Marc Stamminger, Bernhard Egger, Tobias Günther, Tim Weyrich	
Lehrende:	Tim Weyrich, Bernhard Egger, Marc Stamminger, Tobias Günther	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 100 Std.	Eigenstudium: 200 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

Lehrveranstaltungen:

Ausgewählte Projekte der Computergraphik (WS 2021/2022, optional, Praktikum, tech/IMMD/IMMD9/stammi)

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

Computergraphik-VUP
Interaktive Computergraphik
Geometry Processing

Inhalt:

In diesem Praktikum werden aktuelle Themen der Forschung in der Computergraphik diskutiert.

Lernziele und Kompetenzen:

- erläutern die algorithmischen Grundlagen zu aktuellen Verfahren der Computergraphik
- erlernen Konzepte und Strukturen, um eine effiziente Implementierung moderner Algorithmen der Computergraphik zu realisieren
- veranschaulichen verschiedene Algorithmen der Computergraphik
- implementieren alle Algorithmen aus den oben genannten Punkten auf moderner Graphik-Hardware

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Ausgewählte Projekte der Computergraphik (Prüfungsnummer: 46421)
(englische Bezeichnung: Selected Projects of Computer Graphics)

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Gewichtung der Modulnote: 2/3 abgegebene Aufgaben (5 Aufgaben), 1/3 Zwischen- und Abschlussvortrag (Vortragsdauer jeweils 15 Minuten), die Prüfungssprache ist abhängig von der Wahl der Studierenden.
Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Marc Stamminger

Organisatorisches:

- Anmeldung: persönlisch
- Beginn: nach Absprache mit Betreuer

Modulbezeichnung:	**AI Project: Computational Visual Perception (AICompVP)** (AI Project: Computational Visual Perception)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Bernhard Egger	
Lehrende:	Bernhard Egger	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 40 Std.	Eigenstudium: 260 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Empfohlene Voraussetzungen:

- Lecture Computational Visual Perception or equivalent
- Basic Knowledge in Computer Graphics or Machine Learning

Inhalt:

This project complements the lecture Computational Visual Perception with the opportunity to extend the existing or perform another larger project. The goal is to apply or develop state-of-the-art techniques. Topics include:

- Computational Cognitive Neuroscience
- Perception of Faces
- Statistical Shape Modelling
- Computer Vision
- Computer Vision applications
- 3D Computer Vision
- Neural scene representations
- Adversarial robustness
- Deepfake detection

Lernziele und Kompetenzen:

Students will

- develop, implement and explain algorithms or apply existing systems/libraries to above fields,
- acquire hands-on experience in an established research field,
- gain experience in academic writing.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | AI Systems and Applications)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

AI Project: Computational Visual Perception (Prüfungsnummer: 46701)
Prüfungsleistung, Praktikumsleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Gewichtung der Modulnote: 2/3 abgegebene Aufgaben (5 Aufgaben), 1/3 Zwischen- und Abschlussvortrag (Vortragsdauer jeweils 15 Minuten), die Prüfungssprache ist abhängig von der Wahl der Studierenden.
Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Bernhard Egger

Organisatorisches:

- Registration: via a personal meeting, please contact via email
- Start: individual

Modulbezeichnung:	**Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces (NeuroLab)** (Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Alessandro Del Vecchio, Thomas Mehari Kinfe	
Lehrende:	Thomas Mehari Kinfe, Alessandro Del Vecchio	

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

Lehrveranstaltungen:

Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, Alessandro Del Vecchio et al.)

Inhalt:

The central nervous system is a biological structure with high temporal resolution. For example, when we are controlling a muscle to prevent slipping or catching a falling object, the CNS must generate intelligent behaviour at the millisecond time scale. Therefore, for an accurate prediction of these events we must record from relevant neural structures with high temporal resolution. Electrophysiological recordings and electrical stimulation of the nervous system provide a unique framework to study and control the behaviour of the CNS.

Lernziele und Kompetenzen:

Students describe the current state of the art methods to implant electrodes in the brain as well as in the spinal cord and muscle. Moreover, as a core work of this seminar, students analyse these signals and understand the rationale behind the utilization of brain/machine interfaces that can record and stimulate concurrently at the millisecond time scale.

With this seminar, students learn the current methods for human/machine interfaces from populations of neurons, interfacing and electrical stimulation of the human nervous system with an emphasis on deep brain stimulation (tremor reduction), pain reduction via afferent stimulation, neurorecovery via electrical stimulation of the spinal cord, and brain-computer interfaces.

A specific focus of this seminar will be the students' interpretation of relevant new literature on brain-machine interfaces from an engineering and neurosurgical perspective, specifically to critically evaluate what are the limits from a neurosurgical and neuroengineering perspective. The students review their findings in a written report that follows good scientific practice.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | Subsymbolic AI/Machine Learning)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces (NeuroLab) (Prüfungsnummer: 76721)

Prüfungsleistung, Seminarleistung, Dauer (in Minuten): presentation 30 min.
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Presentation and paper.

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Alessandro Del Vecchio

Modulbezeichnung:	**Digital Psychology Lab (DiPsyLab)** (Digital Psychology Lab)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Björn Eskofier, Nicolas Rohleder, Robert Richer	
Lehrende:	Björn Eskofier, Robert Richer, Nicolas Rohleder	

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

Lehrveranstaltungen:

Digital Psychology Lab (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, Robert Richer et al.)

Inhalt:

Die interdisziplinäre Lehrveranstaltung "Digital Psychology Lab" ist für Studierende der Psychologie und Medizintechnik konzipiert. In Gruppen werden aktuelle Fragestellungen aus den Bereichen der digitalen Gesundheits- und Stressforschung bearbeitet. Ziel dieses forschungsorientierten Kurses ist die Stärkung der Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Disziplinen, um gegenseitige Synergieffekte optimal zu nutzen. Die Studierenden sollen ihre individuellen Kompetenzen, die sie während des Studiums erlernt haben, in interdisziplinären Teams einsetzen, um voneinander zu profitieren.

Neben der Planung und Durchführung einer Forschungsfrage sowie Analyse der Ergebnisse in Gruppen wird es während des Semesters auch Lehreinheiten der verschiedenen Disziplinen geben (Psychologie: Theoretische Modelle und biologische Grundlagen von Stress, hypothesengeleitete Planung und Durchführung von Experimenten, Erhebung von Biomarkern und deren Auswertung im Labor, Inferenzstatistik; Medizintechnik: Datenanalyse in Python, Erfassung und Verarbeitung von physiologischen Signalen, Grundlagen des maschinellen Lernens). Zudem werden Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens und des Forschungsdatenmanagements vermittelt.

Zu den behandelten Themen gehören unter anderem:

- Überblick über aktuelle Themen auf dem Gebiet des maschinellen Lernens und der Datenanalyse für die Stressforschung
- Beste Praktiken für Präsentation und Ausarbeitung wissenschaftlicher Ergebnisse
- Beste Praktiken für hypothesengeleitete Planung und Durchführung von Experimental- und Feldstudien

Lernziele und Kompetenzen:

- Die Studierenden sollen ein Verständnis für die aktuellen Entwicklungen an der Schnittstelle zwischen digitaler Gesundheit und Psychologie entwickeln.
- Die Studierenden lernen, ein Thema im Kontext der digitalen Gesundheitspsychologie selbständig zu recherchieren und zu präsentieren
- Die Studierenden lernen, Chancen, Herausforderungen und Grenzen des maschinellen Lernens und der digitalen Gesundheit in der Psychologie zu identifizieren.
- Die Studierenden werden die Fähigkeit entwickeln, relevante Literatur zu identifizieren und zu verstehen und ihre Ergebnisse strukturiert zu präsentieren.
- Die Studierenden lernen, Implementierungs- und Validierungsergebnisse in Form einer Präsentation und einer wissenschaftlichen Arbeit zu präsentieren.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | Subsymbolic AI/Machine Learning)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Digital Psychology Lab (Prüfungsnummer: 76611)
(englische Bezeichnung: Digital Psychology Lab)

Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Bewertet werden Abschlusspräsentation, Arbeitstechnik, Programmcode und schriftliche Ausarbeitung (6-8 Seiten exklusive Referenzen)
Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Björn Eskofier

Modulbezeichnung:	**Legged Locomotion of Robots Deluxe (LLR+)** (Legged Locomotion of Robots Deluxe)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Anne Koelewijn	
Lehrende:	Anne Koelewijn	

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

Lehrveranstaltungen:

Legged Locomotion of Robots (SS 2022, Seminar, 2 SWS, Anne Koelewijn)
Legged Locomotion of Robots Laborprojekt (SS 2022, Praktikum, 2 SWS, Anne Koelewijn)

Inhalt:

Legged robotics help researchers understand human and animal locomotion. Furthermore, legged robots have many different applications, for example to aid in dangerous environments and in rehabilitation. Active prosthetics and exoskeletons improve gait of people with a disability, like a spinal cord injury or an amputation. The goal of this seminar is to become familiar with different algorithms and analysis methods that are used for legged robotics. Important concepts here are the energetics and the stability. Robots should be energy efficient, in the case of an exoskeleton to not lose battery power for a day. Obviously, stability is important to avoid falls. Each student will perform a literature review of a specific concept related to robot locomotion. The concepts can be chosen from a list, or the student can propose their own topic. In addition, students will do a lab project. This will require the student to implement the chosen concept in simulation or in practice.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

- The students gain basic theoretic knowledge about robot locomotion and related concepts.

Verstehen

- The students understand the theoretical background of concepts of robot locomotion.
- The students are able to differentiate between different concepts of robot locomotion.
- The students are able to understand the stability and energetics in robot locomotion.

Anwenden

- The students are able to transfer their knowledge about robot locomotion to new use cases.

Analysieren

- The students are able to analyse and discuss new ideas and research potentials for robot locomotion.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Projekt I und II | Subsymbolic AI/Machine Learning)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Legged Locomotion of Robots + Laborprojekt (LLR-L) (Prüfungsnummer: 76571)
Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
30 min. in-class presentation (2.5 ECTS), max. 3000 word report (+2.5 ECTS)

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Anne Koelewijn

Modulbezeichnung:	**Abfallaufbereitung mit Praktikum (ABA-Pr)** (Waste Treatment)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Stefanos Georgiadis	
Lehrende:	Stefanos Georgiadis	

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

Lehrveranstaltungen:

Abfallaufbereitung (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Stefanos Georgiadis)
Praktikum Abfallaufbereitung (WS 2021/2022, Praktikum, 3 SWS, Stefanos Georgiadis)
Übungen zu Abfallaufbereitung (WS 2021/2022, Übung, 1 SWS, Stefanos Georgiadis)

Inhalt:

Das Modul vermittelt einen Einblick in die heutige Abfallwirtschaft und das Abfallmanagement.
Ausgehend von der Abfallgesetzgebung (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Deponieverordnung 2009) werden anhand zweier typischer Großstädte in unserer Region die anfallenden Abfallarten und Mengen sowie deren zeitliche Entwicklung betrachtet. Diese Entwicklungen erlauben Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der getroffenen legislativen Maßnahmen. Im Anschluß daran werden verschiedene Entsorgungskonzepte mit der dazugehörigen Logistik erläutert und miteinander verglichen.
In einem gesonderten Kapitel wird auf die Deponietechnik eingegangen. Es werden Grundlagen vermittelt, die dem angehenden Ingenieur, der sich beruflich damit auseinandersetzen muß, für Planung, Aufbau und fachliche Beurteilung von Deponien von Nutzen sind.
Abschließend werden die in der Abfallaufbereitung üblichen verfahrenstechnischen Prozesse und die hierfür notwendigen Maschinen und Apparate besprochen.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- entdecken die z.T. sehr komplexen Zusammenhänge in der heutigen Abfallwirtschaft
- können mit Regelwerken aus der Abfallgesetzgebung effizient arbeiten
- eignen sich gebräuchlichen Arbeitsmethoden im Abfallmanagement an und können Sie anwenden
- können genehmigungsrechtlichen Fragen innerhalb der Abfallwirtschaft einschätzen und bearbeiten
- vertiefen theoretische Fachkenntnisse durch Vergleich mit Entsorgungs-/Verwertungskonzepten aus der Praxis
- erlernen die Kommunikation mit Fachleuten aus der Industrie

Literatur:

Vorlesungsskript *Abfallaufbereitung*

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Chemie- und Bioingenieurwesen)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Abfallaufbereitung (Prüfungsnummer: 51401)
Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Stefanos Georgiadis

Praktikum Abfallaufbereitung (Prüfungsnummer: 51702)
(englische Bezeichnung: Laboratory course waste treatment)

Studienleistung, Praktikumsleistung
weitere Erläuterungen:
Exkursionsleistung: Diskussion mit Fachleuten aus der Industrie
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Stefanos Georgiadis

Organisatorisches:

Das Modul richtet sich sowohl an technisch ausgerichtete Studiengänge als auch an *"Nebenfächler"* aus naturwissenschaftlichen Disziplinen. Es soll insbesondere Studierende ansprechen, die ihre Kenntnisse auf dem Abfallsektor spezialisieren möchten. Die Unterrichtssprache ist Deutsch. Das Manuskript ist in digitaler Form (pdf) in deutscher Sprache verfügbar.
Für diese Lehrveranstaltung ist eine Anmeldung erforderlich!
Die Anmeldung kann über StudOn erfolgen.
Anmeldelink: http://www.studon.uni-erlangen.de/crs178512_join.html

Modulbezeichnung:	**BWL für Ingenieure (BWL-ING)** (Business Administration for Engineers)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Kai-Ingo Voigt	
Lehrende:	Kai-Ingo Voigt	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

BWL für Ingenieure I (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Kai-Ingo Voigt et al.)
BWL für Ingenieure II (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Kai-Ingo Voigt et al.)

Inhalt:

BW 1 (konstitutive Grundlagen):
Grundlagen und Vertiefung spezifischer Aspekte der Rechtsform-, Standort-, Organisations- und Strategiewahl
BW 2 (operative Leistungsprozesse):
Betrachtung der unternehmerischen Kernprozesse Forschung und Entwicklung mit Fokus auf das Technologie- und Innovationsmanagement, Beschaffung und Produktion sowie Marketing und Vertrieb
BW 3 (Unternehmensgründung):
Grundlagen der Gründungsplanung und des Gründungsmanagements
BW 3 Übung (Vertiefung und Businessplanerstellung):
Vertiefung einzelner Schwerpunkte aus den Bereichen BW 1, 2 und 3 sowie ausgewählte Fallstudien zu wichtigen Elementen eines Businessplans

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- erwerben Kenntnisse über Grundfragen der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre
- verstehen die Kernprozesse der Unternehmung und die damit verbundenen zentralen Fragestellungen
- erwerben ein Verständnis für den Entwicklungsprozess der Unternehmung sowie deren Kernprozesse, insbesondere verfügen sie über breites und integriertes Wissen einschließlich der wissenschaftlichen Grundlagen in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Beschaffung, Produktion, Marketing und Vertrieb.
- können Fragen des Technologie- und Innovationsmanagements anhand der Anwednung ausgewählter Methoden und Instrumente erschließen
- wissen um die Bestandteile eines Businessplans, deren Bedeutung und sind in der Lage, diese zu verfassen und zu beurteilen

Literatur:

Voigt, Industrielles Management, 2008

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Betriebswirtschaftslehre)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Life Science Engineering (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure (Vorlesung) (Prüfungsnummer: 25701)
(englische Bezeichnung: Lecture: Business Studies for Engineers)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Kai-Ingo Voigt

Modulbezeichnung:	**Marketing Fallstudien (MaFa)** (Marketing Case Studies)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Christian Götz	
Lehrende:	Christian Götz	

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

Lehrveranstaltungen:

Aktueller Hinweis:
Diese Veranstaltung findet dieses Semester **online** statt.
Weitere Informationen finden Sie im zugehörigen **StudOn-Kurs**.
Informations regarding online courses are provided via **StudOn**.

Marketing Fallstudien (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Christian Götz)

Inhalt:

- Kommunikation und Kommunikationsmodelle
- Einführung in das moderne Marketingmanagement
- Grundlagen der Marketinginstrumente
- Aspekte der Marktsegmentierung und Produktplatzierung
- Marktforschung und ihre Methoden
- Kundenprädispositionen und Kaufbereitschaft
- Kommunikationsstrategie und Werbemanagement
- Grundlegende Instrumente im Kommunikationsmix
- Grundzüge des Neuromarketings und der Werbepsychologie

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- erläutern die wesentlichen Inhalte und Methoden der modernen Marketinginstrumente im Marketing-Mix (Produkt-, Kontrahierungs-, Distributions- und Kommunikationspolitik)
- beschreiben die wesentlichen Designs und Methoden (Beobachtung, Befragung, Experiment) der modernen Marktforschung
- erklären den Prozess der Entwicklung von zielgruppenspezifischen Werbebotschaften und Aussagen
- kennen wesentliche Komponenten der modernen Werbepsychologie
- können diese in bestimmten Fallbeispielen (z.B. bei der Anordnung und dem Aufbau des Point of Sale) verifizieren
- wissen über die Wirkung von Werbebotschaften und können diese an Beispielen analysieren
- können Erkenntnisse aus der Vorlesung auf ihr eigenes On- und Offline-Einkaufsverhalten anwenden

Literatur:

- Homburg, Christian: Marketingmanagement
- Meffert, Heribert: Marketing
- Kotler, Philip: Marketing Management
- Moser, Klaus: Markt- und Werbepsychologie
- Scheier, Christian, Held, Dirk: Wie Werbung wirkt. Erkenntnisse des Neuromarketings

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Betriebswirtschaftslehre)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Marketing-Fallstudien (Prüfungsnummer: 24911)
Prüfungsleistung, Präsentation/Hausarbeit
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Prüfungsleistung = 100% Hausarbeitsnote (Die Hausarbeit besteht aus der Anfertigung einer schriftlichen, wissenschaftlichen Hausarbeit - Umfang ca. 15-20 Seiten + dem Erstellen von dazugehörigen Präsentationsfolien - Umfang ca. 25-30 Folien) - Hinweis: Die Präsentation muss nicht gehalten werden.

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Christian Götz

Organisatorisches:
Inhalt: https://www.cs6.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/lv_id/40938991/
StudOn: https://www.studon.fau.de/crs3674612.html
Bemerkungen:
Übung nach Vereinbarung

Modulbezeichnung:	**Innovation and Leadership (InnLead)** (Innovation and Leadership)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Kathrin M. Möslein	
Lehrende:	Assistenten, Kathrin M. Möslein	

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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Betriebswirtschaftslehre)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Information Systems (IIS) (Master of Science)", "Medizintechnik (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%)

Erstablegung: 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%)

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Kathrin M. Möslein

Bemerkungen:

For IIS students 4 SWS, 5 credits (new module handbook)

Modulbezeichnung:	**Algebra (Alg)** (Algebra)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Friedrich Knop	
Lehrende:	Wolfgang Ruppert	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 105 Std.	Eigenstudium: 195 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Algebra (WS 2021/2022, Vorlesung, 4 SWS, Wolfgang Ruppert)
Übungen zur Algebra (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Wolfgang Ruppert)
Tutorium zur Algebra (WS 2021/2022, Tutorium, Wolfgang Ruppert)

Empfohlene Voraussetzungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Inhalt:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Lernziele und Kompetenzen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Literatur:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Data Science (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Modulabschlussprüfung: Algebra (Prüfungsnummer: 53111)
Prüfungsleistung, Klausur mit Übungsleistung, Dauer (in Minuten): 120
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Klausur 90 Min. (benotet; 100 %) und Hausaufgaben (wöchentlich 1 Übungsblatt) (unbenotet)

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: WS 2021/2022
1. Prüfer: Wolfgang Ruppert

Organisatorisches:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Bemerkungen:

Im WS 2020/2021 wurde die Nachklausur als Termin 2 des WS 2020/2021 in MeinCampus verbucht.
Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch // Further information are found in the module handbook

Mathematik (B.Sc.)Technomathematik (B.Sc.)Wirtschaftsmathematik (B.Sc.)vertieftes Lehramt Mathematik unter https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/

Modulbezeichnung:	**Discrete Optimization (DiscOpt I)** (Discrete Optimization)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Alexander Martin	
Lehrende:	Andreas Bärmann	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: unregelmäßig
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 105 Std.	Sprache:

Lehrveranstaltungen:

Diskrete Optimierung I (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Andreas Bärmann)

Empfohlene Voraussetzungen:

Recommended: Linear and Combinatorial Optimization

Inhalt:

Theoretical and practical fundamentals of solving difficult mixed-integer linear optimization problems (MIPs) constitute the main focus of this lecture. At first, the concept of NP-completeness and a selection of common NP-complete problems will be presented. As for polyhedral theory, fundamentals concerning the structure of faces of convex polyhedra will be covered. Building upon these fundamentals, cutting plane algorithms as well as branch-and-cut algorithms for solving MIPs will be taught. Finally, some typical problems of discrete optimization, e.g., the knapsack problem, the traveling salesman problem or the set packing problem will be discussed.

Lernziele und Kompetenzen:

Students

- will gain basic theoretical knowledge of solving mixed-integer linear optimization problems (MIPs),
- are able to solve MIPs with the help of state-of-the-art optimization software

Literatur:

- Lecture notes
- Conforti, Cornuéjols, Zambelli: Integer Programming, Springer 2014
- B. Grünbaum, Convex Polytopes, Springer, 2003
- B. Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization, Springer 2005
- G. L. Nemhauser, L.A. Wolsey: Integer and Combinatorial Optimization, Wiley 1994
- A. Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming, Wiley 1986
- L.A. Wolsey: Integer Programming, Wiley 1998
- G. Ziegler, Lectures on Polytopes, Springer, 1995

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational and Applied Mathematics (Master of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Mathematik (Master of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Discrete optimization I (Prüfungsnummer: 59171)
(englische Bezeichnung: Discrete optimization I)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 15
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

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

1. Prüfer: Andreas Bärmann

Modulbezeichnung:	**Einführung in die Numerik (NumMath)** (Introduction to Numerics)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Eberhard Bänsch	
Lehrende:	Martin Burger	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 105 Std.	Eigenstudium: 195 Std.	Sprache:

Lehrveranstaltungen:

Einführung in die Numerik (= Numerische Mathematik) (WS 2021/2022, Vorlesung, 4 SWS, Martin Burger et al.)
Übungen zur Einführung in die Numerik (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Martin Burger et al.)
Tutorium zur Einführung in die Numerik (WS 2021/2022, Übung, 1 SWS, Martin Burger et al.)
Matlab-Kurs zur Einführung in die Numerik (WS 2021/2022, Übung, Martin Burger et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Inhalt:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Lernziele und Kompetenzen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Literatur:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Data Science (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung Einführung in die Numerik (Prüfungsnummer: 52101)
(englische Bezeichnung: Lecture: Introduction to Numerics)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: WS 2021/2022
1. Prüfer: Martin Burger, 2. Prüfer: Philipp Wacker

Übung Einführung in die Numerik (Prüfungsnummer: 52102)
(englische Bezeichnung: Tutorial: Introduction to Numerics)

Studienleistung, Übungsleistung
weitere Erläuterungen:
Hausaufgaben (wöchentlich ein Übungsblatt)

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Martin Burger, 2. Prüfer: Philipp Wacker

Organisatorisches:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Bemerkungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch // Further information are found in the module handbook Mathematik (B.Sc.)Technomathematik (B.Sc.)Wirtschaftsmathematik (B.Sc.)vertieftes Lehramt Mathematik unter https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/

Modulbezeichnung:	**Elementare Zahlentheorie (EZth)** (Elementary Number Theory)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Yasmine Sanderson	
Lehrende:	Christina Birkenhake	

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

Lehrveranstaltungen:

Elementare Zahlentheorie (WS 2021/2022, Vorlesung, 4 SWS, Christina Birkenhake)

Empfohlene Voraussetzungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Inhalt:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Lernziele und Kompetenzen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Literatur:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "105#72#H", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen)", "Mathematik (Bachelor of Education)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Elementare Zahlentheorie (Prüfungsnummer: 55801)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Christina Birkenhake

Elementare Zahlentheorie (Prüfungsnummer: 55802)
Studienleistung, Übungsleistung
weitere Erläuterungen:
erfolgreiche Bearbeitung wöchentlicher Übungsblätter

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Christina Birkenhake

Organisatorisches:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Bemerkungen:

Die Wiederholungsklausur findet im folgenden Semester statt.

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch // Further information are found in the module handbook Mathematik in den nicht-vertieften Lehramtsstudiengängen unter https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/

Modulbezeichnung:	**Funktionalanalysis I (FA1)** (Functional analysis I)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Günther Grün	
Lehrende:	Hermann Schulz-Baldes, Günther Grün	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 210 Std.	Sprache:

Lehrveranstaltungen:

Funktionalanalysis 1 (Querschnittmodul) (SS 2022, Vorlesung, 4 SWS, Hermann Schulz-Baldes)
Übung zur Funktionalanalysis 1 (QM) (SS 2022, Übung, 2 SWS, Hermann Schulz-Baldes)

Inhalt:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Lernziele und Kompetenzen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Funktionalanalysis (Prüfungsnummer: 51101)
(englische Bezeichnung: Functional analysis)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Hermann Schulz-Baldes

Übungsleistung: Funktionalanalysis (Prüfungsnummer: 51102)

Studienleistung, Übungsleistung
weitere Erläuterungen:
Erfolgreiche Bearbeitung wöchentlicher Hausaufgaben

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Hermann Schulz-Baldes

Organisatorisches:

Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.

Bemerkungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information is given in the joint module handbook
Mathematik (B.Sc.), Technomathematik (B.Sc.), Wirtschaftsmathematik (B.Sc.), vertieftes Lehramt Mathematik.
It can be downloaded from
https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/

Modulbezeichnung:	**Funktionentheorie I (FThI)** (Complex Analysis I)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Hermann Schulz-Baldes	
Lehrende:	Karl-Hermann Neeb	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 105 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Funktionentheorie (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Gandalf Lechner)
Übungen zur Funktionentheorie (SS 2022, Übung, 2 SWS, Gandalf Lechner)

Empfohlene Voraussetzungen:

"Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/."

Inhalt:

"Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/."

Lernziele und Kompetenzen:

"Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/."

Literatur:

"Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/."

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Modulabschlussprüfung: Funktionentheorie I (Prüfungsnummer: 53511)
(englische Bezeichnung: Final module examination: Complex Analysis I)

Prüfungsleistung, Klausur mit Übungsleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Prüfungsleistung, schriftlich, Dauer (in Minuten) 60, benotet, 5 ECTS
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Gandalf Lechner

Bemerkungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information is given in the joint module handbook

Mathematik (B.Sc.), Technomathematik (B.Sc.), Wirtschaftsmathematik (B.Sc.), vertieftes Lehramt Mathematik.
It can be downloaded from
https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/

Modulbezeichnung:	**Introduction to Statistics and Statistical Programming (Stat)** (Introduction to Statistics and Statistical Programming)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Christoph Richard	
Lehrende:	Christoph Richard	

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

Lehrveranstaltungen:

Introduction to Statistics and Statistical Programming (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Christoph Richard)

Computer lab classes "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (SS 2022, Übung, 1 SWS, Christoph Richard)

Problem session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (SS 2022, Übung, 1 SWS, Christoph Richard)

Inhalt:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Lernziele und Kompetenzen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Data Science (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Integrated Life Sciences: Biology, Biomathematics, Biophysics (Master of Science)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Introduction to Statistics and Statistical Programming (Prüfungsnummer: 80711)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Christoph Richard

Introduction to Statistics and Statistcal Programming (Prüfungsnummer: 80712)
Studienleistung, Übungsleistung
weitere Erläuterungen:
Bearbeitung wöchentlicher Übungsaufgaben

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Christoph Richard

Bemerkungen:

Die zweite Klausur um Modul findet jeweils im Wintersemester statt.
Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information is given in the joint module handbook
Mathematik (B.Sc.), Technomathematik (B.Sc.), Wirtschaftsmathematik (B.Sc.), vertieftes Lehramt Mathematik.
It can be downloaded from

https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/

Modulbezeichnung:	**Kryptographie II (Kry II)** (Cryptography II)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Wolfgang Ruppert	
Lehrende:	Wolfgang Ruppert	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: unregelmäßig
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 210 Std.	Sprache:

Lehrveranstaltungen:
Kryptographie II (SS 2022, Vorlesung, 4 SWS, Wolfgang Ruppert)

Empfohlene Voraussetzungen:
Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Inhalt:
Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Lernziele und Kompetenzen:
Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Literatur:
Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:
Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:
[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:
Kryptographie II (Prüfungsnummer: 59801)
(englische Bezeichnung: Cryptography II)
Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Wolfgang Ruppert

Organisatorisches:
Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Bemerkungen:
Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information is given in the joint module handbook
Mathematik (M.Sc.), Wirtschaftsmathematik (M.Sc.).
It can be downloaded from
https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/

Modulbezeichnung:	**Lineare und Kombinatorische Optimierung (LKOpt)** (Linear and Combinatorial Optimization)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Alexander Martin	
Lehrende:	Dieter Weninger	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 210 Std.	Sprache:

Lehrveranstaltungen:

Lineare und Kombinatorische Optimierung (WS 2021/2022, Vorlesung, 4 SWS, Dieter Weninger)
Übung zur Linearen und Kombinatorischen Optimierung (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Dieter Weninger)

Empfohlene Voraussetzungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Inhalt:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Lernziele und Kompetenzen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Literatur:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Data Science (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Lineare und Kombinatorische Optimierung (Prüfungsnummer: 51611)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Dieter Weninger

Organisatorisches:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Bemerkungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch // Further information are found in the module handbook Mathematik (B.Sc.)Technomathematik (B.Sc.)Wirtschaftsmathematik (B.Sc.)vertieftes Lehramt Mathematik unter https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/

Modulbezeichnung:	**Mathematische Modellierung Praxis (MaMoPra)** (Mathematical Modelling in Practice)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Serge Kräutle	
Lehrende:	Manuel Friedrich	

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

Lehrveranstaltungen:

Mathematische Modellierung Praxis (WS 2021/2022, Praktikum, 2 SWS, Manuel Friedrich)

Empfohlene Voraussetzungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Inhalt:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Lernziele und Kompetenzen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Literatur:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Data Science (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Mathematische Modellierung Praxis (Prüfungsnummer: 52551)
Studienleistung, Seminararbeit+Vortrag
weitere Erläuterungen:
Vortrag 30-40 Minuten, Projektbericht 5-10 Seiten gemäß Modulhandbuch
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Manuel Friedrich

Bemerkungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch // Further information are found in the module handbook Mathematik (B.Sc.)Technomathematik (B.Sc.)Wirtschaftsmathematik (B.Sc.)vertieftes Lehramt Mathematik unter https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/

Modulbezeichnung:	**Mathematische Modellierung Theorie (MaMoThe)** (Mathematical Modelling Theory)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Serge Kräutle	
Lehrende:	Manuel Friedrich	

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

Lehrveranstaltungen:

Mathematische Modellierung Theorie (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Manuel Friedrich)
Übungen zur Mathematische Modellierung Theorie (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Manuel Friedrich)

Empfohlene Voraussetzungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Inhalt:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Lernziele und Kompetenzen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Literatur:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Data Science (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Mathematische Modellierung Theorie (Prüfungsnummer: 52541)
Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 15
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: WS 2021/2022
1. Prüfer: Manuel Friedrich

Organisatorisches:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Bemerkungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch // Further information are found in the module handbook Mathematik (B.Sc.)Technomathematik (B.Sc.)Wirtschaftsmathematik (B.Sc.)vertieftes Lehramt Mathematik unter https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/

Modulbezeichnung:	**Nichtlineare Optimierung (NOpt)** (Nonlinear Optimization)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Wolfgang Achtziger	
Lehrende:	Wolfgang Achtziger	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 210 Std.	Sprache:

Lehrveranstaltungen:

Nichtlineare Optimierung (WS 2021/2022, Vorlesung, 4 SWS, Wolfgang Achtziger)
Übungen zu Nichtlinearer Optimierung (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Wolfgang Achtziger et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Inhalt:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Lernziele und Kompetenzen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Literatur:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Data Science (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Übungsleistung: Nichtlineare Optimierung (Prüfungsnummer: 51502)
(englische Bezeichnung: Tutorial achievement: Nonlinear optimisation)

Studienleistung, Übungsleistung
weitere Erläuterungen:
Hausaufgaben (wöchentlich ein Übungsblatt)

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Wolfgang Achtziger

Klausur: Nichtlineare Optimierung (Prüfungsnummer: 51501)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Wolfgang Achtziger

Organisatorisches:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Bemerkungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch // Further information are found in the module handbook Mathematik (B.Sc.)Technomathematik (B.Sc.)Wirtschaftsmathematik (B.Sc.)vertieftes Lehramt Mathematik unter https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/

Modulbezeichnung:	**Numerical Aspects of Linear and Integer Programming (NALIP)** (Numerical Aspects of Linear and Integer Programming)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Alexander Martin	
Lehrende:	Andreas Bärmann	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 105 Std.	Sprache:

Lehrveranstaltungen:

Numerical Aspects of Linear and Integer Programming (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Andreas Bärmann)
Übung zu Numerical Aspects of Linear and Integer Programming (SS 2022, Übung, 0,5 SWS, Andreas Bärmann et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

"Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/."
Further information are found in the module handbook.

Inhalt:

- Further information are found in the module handbook.

"Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/."

Lernziele und Kompetenzen:

Further information are found in the module handbook. "Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/."

Literatur:

Further information are found in the module handbook. "Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/."

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Numerical Aspects of Linear and Integer Programming (Prüfungsnummer: 407487)
(englische Bezeichnung: Numerical Aspects of Linear and Integer Programming)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 15
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Andreas Bärmann

Organisatorisches:

Further information are found in the module handbook. "Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/."

Bemerkungen:

Further information are found in the module handbook. "Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/."

Modulbezeichnung:	**Numerik I für Ingenieure (NumIng1)** (Numerics for Engineers I)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Wilhelm Merz, J. Michael Fried	
Lehrende:	J. Michael Fried, u.a., Wilhelm Merz, Nicolas Neuß	

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

Lehrveranstaltungen:

Numerik I für Ingenieure (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Nicolas Neuß)
Übungen zur Numerik I für Ingenieure (WS 2021/2022, Praktikum, 2 SWS, Nicolas Neuß)

Empfohlene Voraussetzungen:

Kurs Mathematik für Ingenieure I, II und III

Inhalt:

Elementare Numerik
Direkte und iterative Lösungsverfahren bei linearen Gleichungssystemen, Interpolation mit Newton-Polynomen und Splines, Quadratur mit Newton-Côtes-Formeln, Extrapolation nach Romberg
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen:
Verschiedene Runge-Kutta Methoden als Einschrittverfahren, Konsistenz, Stabilität- und Konvergenzaussage, Mehrschrittverfahren

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden lernen

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

Literatur:

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

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung Numerik I für Ingenieure (Prüfungsnummer: 46201)
(englische Bezeichnung: Lecture: Numerics for Engineers I)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Nicolas Neuß

Modulbezeichnung:	**Numerik II für Ingenieure (NumIng2)** (Numerics for Engineers II)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Wilhelm Merz	
Lehrende:	J. Michael Fried, Wilhelm Merz, Nicolas Neuß	

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

Lehrveranstaltungen:

Numerik II für Ingenieure (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Nicolas Neuß)
Übungen zur Numerik II für Ingenieure (SS 2022, Übung, 2 SWS, Nicolas Neuß)

Inhalt:

Numerik partieller Differentialgleichungen
Finite Differenzenmethode, Stabilität, Konsistenz, Konvergenz, Einführung finite Elementmethode bei elliptischen Problemen, Fehlerschätzer

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden
- erklären verschiedene Diskretisierungsmethoden
- beurteilen diese Diskretisierungsmethoden
- leiten Finite Elemente Diskretisierungen elliptischer Probleme her
- folgern Aussagen anhand grundlegender Beweistechniken aus oben genannten Bereichen
- konstruieren Algorithmen zu Finite Elemente Diskretisierungen
- erklären Fehlerschätzer

Literatur:

Skripte des Dozenten
H. Jung, M. Langer, Methode der Finiten Elemente, Teubner
P. Knabner, L. Angermann, Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung Numerik II für Ingenieure (Prüfungsnummer: 46311)
(englische Bezeichnung: Lecture: Numerics for Engineers II)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Nicolas Neuß

Modulbezeichnung:	**Optimierung für Ingenieure (mit Praktikum) (OptIngVP)** (Optimization for Engineers (with Laboratory))	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Johannes Hild	
Lehrende:	Johannes Hild, Martin Gugat	

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

Lehrveranstaltungen:

Optimization for Engineers (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 3 SWS, Johannes Hild)
Programming Discussion for Optimization for Engineers (SS 2022, Übung, 1 SWS, Johannes Hild)

Empfohlene Voraussetzungen:

Requires contents of the lecture Mathematics for Engineers I, II and III. Especially:
- Linear algebra
- Analysis of real valued functions
- Differential and integral calculus in multi dimensional spaces

Requires basic knowledge in the implementation of algorithms and data structures in a development environment.

Inhalt:

Introduction to continuous optimization problems and methods with and without constraints
- Classification of problem types
- Optimality conditions and termination criterions
- Descent directions and line search methods
- Convergence analysis

Unconstrained optimization
- Steepest descent and conjugate gradient
- Newton-type methods
- Nonlinear Least Squares

Constrained optimization
- Projection methods
- Trust Region
- Barrier and penalty methods
- Interior point methods

Outlook
- Noisy functions
- Modelling approaches

Laboratory
- Implementation of optimization algorithms
- Algorithmic optimization of test problems
- Solving a benchmark problem

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen
- Students list requirements, strengths and weaknesses of common optimization methods.
- Students recognize crucial components in existence and convergence proofs in the context of minimizing sequences.
- Students identify optimization routines written in a programming language.

Verstehen
- Students explain the different components of optimization methods.
- Students describe the relationship between requirements and conclusions of existence and convergence theorems in the context of minimizing sequences.

Anwenden

- Students check feasibility, well-posedness and constraint qualifications of optimization problems.
- Students formulate and solve optimality conditions analytically.
- Students apply optimization algorithms to optimization problems.

Analysieren

- Students analyse uncommon optimization approaches and extract their requirements, strengths and weaknesses.
- Students observe the behavior of common optimization algorithms applied to numerical test problems.

Evaluieren (Beurteilen)

- Students evaluate the class and structure of unsolved optimization problems.
- Students choose suitable algorithmic approaches for unsolved optimization problems.

Erschaffen

- Students formulate optimization problems using mathematical methods and structures.
- Students modify and combine common optimization routines to create project-specific algorithms for unsolved optimization problems.
- Students plan and implement optimization algorithms in a programming language.

Literatur:

Nocedal, Jorge and Wright, Stephen J.: Numerical Optimization. Springer Serie in Operations Research, 2006.
Kelley, C. T.: Iterative Methods for Optimization. Frontiers in Applied Mathematics 18, SIAM Philadelphia 1999;
Polak, E.: Optimization. Algorithms and Consistent Approximations.Applied Mathematical Sciences, Volume 124, Springer-Verlag New York, 1997.
Jarre, F.:Optimierung, Springer 2003;

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Optimierung für Ingenieure (Prüfungsnummer: 40501)
(englische Bezeichnung: Optimization for Engineers)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
To attend the exam it is mandatory to pass the electronic homework that is provided each week.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Johannes Hild

Optimierung für Ingenieure - Übungen (Prüfungsnummer: 40602)
(englische Bezeichnung: Optimization for Engineers - Laboratory)

Studienleistung, Übungsleistung
weitere Erläuterungen:
Aquired by completing and testing optimization algorithms. Templates are provided by the lecturer, solution files are returned using StudOn. Each student has to pass an electronic examination (multiple choice) to verify the individual competence gain.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Johannes Hild

Bemerkungen:

This module aims at students of the Faculty of Engineering of all disciplines and is suitable as an elective subject in the Bachelor's and Master's degree.

Modulbezeichnung:	**Optimization in Industry and Economy (OptIW)** (Optimization in industry and economy)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Frauke Liers	
Lehrende:	Yiannis Giannakopoulos	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 105 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Algorithmic Game Theory (Optimization in Industry and Economy) (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Yiannis Giannakopoulos)

Empfohlene Voraussetzungen:

Lineare Algebra, Lineare und Kombinatorische Optimierung

Inhalt:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Lernziele und Kompetenzen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Literatur:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information are found in the module handbook.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational and Applied Mathematics (Master of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Master of Science)", "Technomathematik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Optimization in industry and economy (Prüfungsnummer: 59231)
(englische Bezeichnung: Optimization in industry and economy)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 15
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: WS 2021/2022
1. Prüfer: Yiannis Giannakopoulos

Bemerkungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch // Further information are found in the module handbook Computational and Applied Mathematics unter https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/

Modulbezeichnung:	**Robuste Optimierung 2 (RobOpt2)** (Robust Optimization II)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Frauke Liers	
Lehrende:	Timm Oertel	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 105 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Robuste Optimierung 2 (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Timm Oertel)

Übung zu Robuste Optimierung 2 (SS 2022, Übung, 2 SWS, Timm Oertel)

Empfohlene Voraussetzungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch 'Master Mathematik, Wirtschaftsmathematik' (https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/).

Inhalt:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Lernziele und Kompetenzen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational and Applied Mathematics (Master of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Robust optimization II (Prüfungsnummer: 59181)
(englische Bezeichnung: Robust optimization II)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 15
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Timm Oertel

Modulbezeichnung:	**Robuste Optimierung 1 (RobOpt1)** (Robust Optimization 1)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Frauke Liers	
Lehrende:	Timm Oertel	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 105 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Robuste Optimierung 1 (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Timm Oertel)

Übung zu Robuste Optimierung 1 (SS 2022, Übung, 2 SWS, Timm Oertel)

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

Lineare und Kombinatorische Optimierung

Inhalt:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch 'Bachelor und vertieftes Lehramt' (https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/).

Lernziele und Kompetenzen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Klausur: Robuste Optimierung (nicht vertieft) (Prüfungsnummer: 51751)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Timm Oertel

Übungsleistung: Robuste Optimierung (nicht vertieft) (Prüfungsnummer: 51752)

Studienleistung, Übungsleistung

weitere Erläuterungen:

Übungsleistung (unbenotet): wöchentliche Übungsblätter

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

1. Prüfer: Timm Oertel

Modulbezeichnung:	**Topologie (Top)** (Topology)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Karl-Hermann Neeb	
Lehrende:	Andreas Knauf	

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

Lehrveranstaltungen:

Topologie (Querschnittmodul) (SS 2022, Vorlesung, 4 SWS, Andreas Knauf)
Übungen zu Topologie (Querschnittmodul) (SS 2022, Übung, 2 SWS, Andreas Knauf)

Inhalt:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Lernziele und Kompetenzen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Data Science (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Klausur: Topologie (Prüfungsnummer: 50801)
(englische Bezeichnung: Written examination: Introduction to Topology)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Andreas Knauf

Übungsleistung: Topologie (Prüfungsnummer: 50802)
(englische Bezeichnung: Tutorial achievement: Topology)

Studienleistung, Übungsleistung
weitere Erläuterungen:
wöchentliche Hausaufgaben

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Andreas Knauf

Bemerkungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch. // Further information is given in the joint module handbook
Mathematik (B.Sc.), Technomathematik (B.Sc.), Wirtschaftsmathematik (B.Sc.), vertieftes Lehramt Mathematik.
It can be downloaded from
https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/

Modulbezeichnung:	**Diskrete Optimierung II (DiskOpt II)** (Discrete Optimization II)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Alexander Martin	
Lehrende:	Alexander Martin	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 105 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

Lehrveranstaltungen:

Diskrete Optimierung II (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Alexander Martin)
Übung Diskrete Optimierung II (SS 2022, Übung, 1 SWS, Alexander Martin et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch 'Master Mathematik, Wirtschaftsmathematik' (https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/).

Inhalt:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch 'Master Mathematik, Wirtschaftsmathematik' (https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/).

Lernziele und Kompetenzen:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch 'Master Mathematik, Wirtschaftsmathematik' (https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/).

Literatur:

Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch 'Master Mathematik, Wirtschaftsmathematik' (https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/).

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational and Applied Mathematics (Master of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Master of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Discrete optimization II (Prüfungsnummer: 59331)
(englische Bezeichnung: Discrete optimization II)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Alexander Martin

Modulbezeichnung:	**Computational Complexity (CC)** (Computational Complexity)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Yiannis Giannakopoulos	
Lehrende:	Yiannis Giannakopoulos	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 105 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Computational Complexity (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Yiannis Giannakopoulos)
Übung zu Computational Complexity (SS 2022, Übung, 1 SWS, Yiannis Giannakopoulos)

Inhalt:

This course covers:

- P, NP, and NP-completeness
- Complexity classes and reductions
- Boolean circuits
- The polynomial-time hierarchy
- Space complexity
- Randomized computation
- Counting complexity
- Introduction to the PCP theorem and hardness of approximation
- Average-case complexity

Lernziele und Kompetenzen:

Upon successful completion of the module, students are able to:

- have a rigorous understand of the concept of computation and its formal limitations
- have knowledge of the fundamental complexity classes (including P, NP and PSPACE)
- understand the notion of completeness and are able to design and understand reductions between these classes
- are exposed to various formal computation models, including Boolean circuits and randomness

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Mathematik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational and Applied Mathematics (Master of Science)", "Data Science (Master of Science)", "Mathematik (Master of Science)", "Wirtschaftsmathematik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Computational complexity (Prüfungsnummer: 50921)
Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Yiannis Giannakopoulos

Modulbezeichnung:	**Allgemeine Biologie I: Biologie für Nebenfächler (NF_Bio I)** (Biology for minor subject students)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Michael Lebert	
Lehrende:	Ingrid Brehm, Michael Lebert, Renato Frischknecht, Johann Helmut Brandstätter, Gerald Seidel	

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

Lehrveranstaltungen:

Allgemeine Biologie I: Biologie für Nebenfächler (Bio-NF) (WS 2021/2022, Vorlesung, 4 SWS, Michael Lebert et al.)

Inhalt:

Botanik:
- Bau und Leistung der Pflanzenzelle
- Morphologie und Anatomie der Pflanzenorgane
- Systematik und Evolution von Pflanzen
- Vermehrung von Pflanzen
- Pflanzenphysiologie
- Pflanze und Umwelt

Zoologie:
- Stoffwechsel, Kreislauf und Atmung
- erregbare Zellen: Muskelzellen und Nervenzellen
- zelluläre Neurophysiologie (Ruhepotential, Aktionspotential, axonale Weiterleitung der Erregung, Synapse)

Mikrobiologie:
- Einführung in die Mikrobiologie
- Zellstruktur und Zellfunktion
- Grundlagen der Molekularbiologie und Bakteriengenetik
- Mikrobiologie der Prokaryoten (Physiologie, Taxonomie und Phylogenie)
- Grundlagen der Virologie

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden
- können die Struktur und Funktionen der Biomoleküle in Ihren Grundzügen beschreiben und erläutern;
- verstehen die Zelltypen verschiedener Organismen und können deren Zellbestandteile- und - bausteine darstellen und erklären;
- kennen die Grundbegriffe der Zytologie, Morphologie und Anatomie der Pflanzen und sind in der Lage diese Einordnungen anzuwenden;
- sind in der Lage, die Physiologie der Pflanzen darzustellen;
- können die Anpassungen von Pflanzen darlegen;
- sind befähigt, die Evolution der Pflanzen in den Grundzügen zu erklären;
- können zelluläre Unterschiede zwischen Pflanzen und Tieren erläutern;
- sind in der Lage, die fundamentalen Prozesse des Energiestoffwechsels der Tiere ‐ und damit verbundene Anpassungen (Kreislauf und Atmung) in den Grundzügen darzustellen und zu beschreiben;
- verstehen die zellulären und molekularen Grundlagen der Muskelkontraktion und können diese darstellen und verdeutlichen;
- können zelluläre Grundlagen sowie grundlegende Funktionsmechanismen von Nervenzellen einordnen
- verstehen den Einfluss von Mikroorganismen auf Ökosysteme und deren Nutzung in Landwirtschaft, Biotechnik, Medizin und Lebensmittelproduktion;
- erwerben basale Kenntnisse der Bakteriengenetik, der Physiologie, der taxonomischer Einteilung und den Grundlagen der Virologie.

Literatur:

Nultsch, Allgemeine Botanik, Thieme Verlag Fuchs, Allgemeine Mikrobiologie Thieme‐Verlag Wehner, Gehring, Kühn, Zoologie, Thieme Brock: Mikrobiologie, Pearson Verlag Campbell, Biologie, Pearson

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Biologie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Modulstudien Naturale (keine Abschlussprüfung angestrebt bzw. möglich)", "Modulstudien Naturale: Naturwissenschaften und Nachhaltigkeit (keine Abschlussprüfung angestrebt bzw. möglich)", "Physische Geographie (Bachelor of Science)", "Psychologie (Bachelor of Science)", "Psychologie (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Biologie für Nebenfachstudierende (Prüfungsnummer: 29201)
(englische Bezeichnung: Biologie für Nebenfachstudierende)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Michael Lebert

Modulbezeichnung:	**Allgemeine Biologie II: Morphologie und Anatomie der Organismen (NF_Bio II)** (Biology for minor subject students II: Morphology and anatomy of Organisms)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Ralph Rübsam	
Lehrende:	Michael Lebert, Ralph Rübsam	

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

Lehrveranstaltungen:

Allgemeine Biologie II: Morphologie und Anatomie der Organismen (Laborübung) (WS 2021/2022, Übung, 5 SWS, Michael Lebert et al.)

Inhalt:

- Einführung in die Lichtmikroskopie (Hellfeld-, Dunkelfeld-, Phasenkontrast-Mikroskopie)
- Charakteristika eukaryontischer Zellen am Beispiel von Amöben und Ciliaten (u.a. Phagocytose, verschiedene Fortbewegungstypen)
- Entwicklung eines Tieres am Wirbeltierbeispiel (Huhn)
- Organisationsprinzipien vielzelliger Tiere am Beispiel repräsentativer Tiergruppen (Cnidaria, Plathelminthes, Annelida, Arthropoda, Vertebrata)
- Evolutive Abwandlung und ökologische Anpassungen dieser Baupläne
- Algen und Pflanzen: u.a. Cyanobakterien, Kieselalgen und Grünalgen (Organisationsstufen), Moose und Farne (Aufbau und Generationswechsel), Höhere Pflanzen (Wurzel und Physiologie der Wasseraufnahme, Spross mit Leitgeweben und sekundärem Dickenwachstum, Blatt und Photosynthese, Blüte, Fortpflanzung und Frucht)

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- lernen grundlegende Mikroskopier- und Präparationstechniken
- sind in der Lage mikroskopische und anatomische Präparate zeichnerisch zu protokollieren
- erkennen typische tierische Gewebe in histologischen Präparaten und - kennen die charakteristischen Phasen der Entwicklung eines Wirbeltieres und können die dabei ablaufenden Prozesse wiedergeben
- verstehen die basalen Funktionen wichtiger tierischer Organsysteme und können diese in den verschiedenen Bauplänen miteinander vergleichen
- kennen die grundsätzlichen Trends der Evolution pflanzlicher und tierischer Baupläne und können deren adaptive Bedeutung ermessen
- bekommen ein vertieftes Verständnis von anatomischen und zellulären Funktionsbeziehungen bei Pflanzen und Tieren
- verfügen über Grundlegende Kenntnisse der Formenkunde

Literatur:

Campbell: Biologie; Wehner/Gehring: Zoologie

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Biologie)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Morphologie und Anatomie der Organismen (Prüfungsnummer: 29202)
(englische Bezeichnung: Morphology and Anatomy of Organisms)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Ralph Rübsam

Modulbezeichnung:	**ILS-W1: Wahlpflichtmodul Computational Biology (Teil 1) (ILS-W1)** (ILS-W1: Mandatory elective module: Computational Biology (Part 1))	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Rainer Böckmann	
Lehrende:	Rainer Böckmann	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 97 Std.	Eigenstudium: 128 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

ILS-W1: Computational Biology, Vorlesung (Teil 1) (WS 2021/2022, Vorlesung, Rainer Böckmann)
ILS-W1: Computational Biology, Übung (Teil 1, PO 2015, 2019) (WS 2021/2022, Übung, 4,5 SWS, Rainer Böckmann)

Empfohlene Voraussetzungen:

keine

Inhalt:

Skalenübergreifende Modellierung biologischer Systems

- Statistische Thermodynamik
- molekulare Kräfte in biologischen Strukturen
- Konzept der Freien Energie und ihrer Berechnung
- Mikroskopische Modellierung biomolekularer Systeme, Moleküldynamik
- coarse-graining von Simulationen
- makroskopische Modellierung
- Multiskalenmodellierung
- Diffusion und Brownsche Bewegung
- Kinetik

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- verstehen den Übergang von mikroskopischen Skalen zu makroskopischen Observablen
- sind fähig aktuelle Simulationsmodelle in Computational Biology am Computer selbständig anzuwenden;
- können sich die Inhalte aktueller Publikationen aus dem Bereich Computational Biology erarbeiten und kritisch diskutieren;
- verfügen über Kommunikationskompetenz.

Literatur:

Informationsmaterialien zur Vor- und Nachbereitung des Stoffes werden im Internet und als Kopien zur Verfügung gestellt.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Biologie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Master of Science)", "Integrated Life Sciences: Biologie, Biomathematik, Biophysik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Klausur Computational Biology I (Prüfungsnummer: 32711)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 80%

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

1. Prüfer: Rainer Böckmann

Übung und Seminar zu Computational Biology I (Prüfungsnummer: 32712)
Prüfungsleistung, Seminarleistung, Dauer (in Minuten): 20
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 20%
weitere Erläuterungen:
Präsentation

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Rainer Böckmann

Modulbezeichnung:	**Mikrobiologische Übungen (NF_Bio V)** (Laboratory Course in Microbiology)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Gerald Seidel	
Lehrende:	Gerald Seidel	

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

Lehrveranstaltungen:

Praktische mikrobiologische Grundlagen für Biotechnologie 1 (WS 2021/2022, Übung, 3 SWS, Andreas Burkovski et al.)
Mikrobiologische Übungen für Naturwissenschaftler (WS 2021/2022, Übung, 3 SWS, Andreas Burkovski et al.)

Inhalt:

Mikroskop, Färbetechniken, Kultur- und Sterilisationsverfahren, -Wachstum von Bakterien, Antibiotika -Transformation von Acinetobacter spec., -Identifizierung/Diagnostik von Bakterien

- grundlegende Techniken der Molekularbiologie
- Experimente: Beobachtung von Bakterien im Mikroskop, verschiedene Darstellungsverfahren
- Nachweis von Keimen in der Luft
- Erlernen verschiedener Techniken, Herstellung von Nährmedien, Bestimmung Zellzahl in einer Kolonie, Bestimmung der Phagenzahl in einem Plaque, Sterilisationsversuche
- selektive Anreicherung von Bakterien, Bakterienwuchskurve; Einfluss von Antibiotika auf das Wachstum von Bakterien
- Isolierung von Antibiotika-Produzenten
- Nachweis und Identifizierung von Bakterien, Resistenzbestimmung, Isolierung von Antibiotika-Produzenten,

Lernziele und Kompetenzen:

Aneignung der Grundkenntnisse der Mikrobiologie und molekularbiologischen Grundtechniken

Literatur:

- Lehrbuch: Brock Mikrobiologie, M. T. Madigan & J. M. Martinko, aktuelle Ausgabe (z.Zt. 2013)
- Lehrbuch: Allgemeine Mikrobiologie, G. Fuchs, aktuelle Ausgabe (z.Zt. 2007)
- Lehrbuch: Mikrobiologische Methoden, E.Bast

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Biologie)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Praktikum Mikrobiologische Übungen für Naturwissenschaftler (Prüfungsnummer: 29802)
(englische Bezeichnung: Medical Engineering (2,5 ECTS))

Studienleistung, Protokollheft

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Gerald Seidel

Modulbezeichnung:	**Ökologie und Diversität A (ÖkoDivA)** (Ecology and Diversity A)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jürgen Schmidl	
Lehrende:	Jürgen Schmidl, Ruth Stadler, Ulrike Daigl	

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

Lehrveranstaltungen:

Ökologie und Diversität A: Vorlesung Einführung in die Ökologie, Zoologie und Botanik (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Jürgen Schmidl et al.)

Ökologie und Diversität A: Zoologische und botanische Bestimmungsübungen (WS 2021/2022, Übung, 3 SWS, Jürgen Schmidl et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

keine

Inhalt:

Vorlesung: Grundkenntnisse zu folgenden Teilgebieten der Ökologie, Zoologie und Botanik:

- Morphologie (Systematik des Tier- und Pflanzenreiches, Kennenlernen ausgewählter Baupläne und Taxa)
- Evolution (Grundlagen, Mechanismen und ökologische Aspekte der Evolution)
- Phylogenie (Methoden der Systematik und Taxonomie, Artkonzepte, Stammbäume)
- Ökologie (Grundlagen, Großlebensräume/Ökosysteme der Erde, Einnischung von Tier-/Pflanzenarten, Aut-, Dem- und Synökologie, Makroökologie, Muster und Prozesse, Diversität)
- Biogeographie (Konzepte und geologisch-historische Grundlagen der globalen Verbreitung der Tier- und Pflanzengruppen)

Übungen:

- Einführung in die Arbeit mit dem Stereomikroskop.
- Morphologie, Systematik und Diversität wichtiger heimischer Tier- und Pflanzengruppen und ihrer typischen Vertreter
- Übungen zum Bestimmen heimischer Arten mittels Bestimmungsschlüssel und elektronischer Medien
- Biologie und Ökologie der bestimmten Arten und Gruppen

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- können wichtige Tier und Pflanzengruppen unterscheiden und typische Vertreter erkennen;
- verstehen die Diversität im Tier- und Pflanzenreich;
- können die Grundlagen der Morphologie, Evolution, Phylogenie, Ökologie und Biogeographie darstellen und erklären;
- sind befähigt zum Erkennen und Lösen von relevanten Problemen aus systematisch-ökologischen Teilgebieten der Zoologie und Botanik;
- sind in der Lage, mit Bestimmungsschlüsseln und einschlägigen Medien umzugehen;
- sind fähig, die Vorlesungsinhalte in Übungen praktisch umzusetzen;
- haben den fachgerechten Umgang mit dem Stereomikroskop vermittelt bekommen.

Literatur:

Nur Empfehlung:

- Brohmer: Fauna von Deutschland (Quelle und Meyer Bestimmungsbücher);
- Schmeil-Fitschen: Die Flora Deutschlands
- Wehner/Gehring: Zoologie (Thieme);
- Strasburger: Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften (Springer)

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Biologie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Biologie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Biologie (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Physische Geographie (Bachelor of Science)", "Psychologie (Bachelor of Science)", "Psychologie (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Ökologische und Systematische Diversität der Organismen A (Prüfungsnummer: 29401)
(englische Bezeichnung: Introduction to Zoology)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Jürgen Schmidl

Modulbezeichnung:	**Ökologie und Diversität B (ÖkoDivB)** (Ecology and Diversity B)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Ruth Stadler	
Lehrende:	Jürgen Schmidl, Regula Muheim-Lenz, Ruth Stadler, Ulrike Daigl	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 75 Std.	Eigenstudium: 75 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Ökologie und Diversität B: Übungen zur Biologie und Systematik einheimischer Pflanzen (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 3 SWS, Anwesenheitspflicht, Ruth Stadler)
Ökologie und Diversität B: Zoologische Freilandübungen (SS 2022, Übung, 1 SWS, Anwesenheitspflicht, Jürgen Schmidl)

Inhalt:

Zoologische Bestimmungsübungen:

- Erkundung typischer Biotoptypen in der Umgebung Erlangens (Kiefernwald, Weiher incl. Plankton- und Saprobienthematik, Wiese, Fließwasser etc.) und ihrer Tiergemeinschaften und Ökologie
- Einführung in Präparation von Wirbellosen und Anlegen einer wissenschaftlichen zoologischen Sammlung

Botanische Bestimmungsübungen: Erkundung von Beispielarten in der Umgebung Erlangens an folgenden Standorten:

- Rathsberg: Laubmischwald: Caryophyllaceae: *Stellaria*, Ranunculaceae: *Anemone*, Violaceae: *Viola*, Liliaceae: *Polygonatum*
- Regnitztal: Auwald: Brassicaceae: *Alliaria*, Lamiaceae: *Lamium*, Salicaceae: *Salix*
- Schwabachtal: Sandmagerrasen: Fabaceae: *Cytisus*, Rosaceae: *Potentilla*, Euphorbiaceae: *Euphorbia*
- Regnitzwiesen: Kräuter der Fettwiese: Apiaceae: *Anthriscus*, Asteroideae: *Leucanthemum*, Cichorioideae: *Taraxacum*, Polygonaceae: *Rumex*
- Regnitzwiesen: Gräser der Fettwiese: Poaceae: *Arrhenatherum*, *Poa*, *Lolium*, *Festuca*
- Walberla: Kalkmagerrasen: Plantaginaceae: *Veronica*, *Plantago* Orobanchaceae: *Rhinanthus*
- Tennenlohe: Sandäcker: Chenopodiaceae: *Chenopodium*, Geraniaceae: *Erodium*
- Heusteg: Verlandungsreihe eutropher Gewässer: Cyperaceae: *Carex*, Solanaceae: *Solanum*, Juncaceae: *Juncus*, Primulaceae: *Lysimachia*
- An verschiedenen Standorten: sandige, nährstoffreiche Ruderalfluren: Hypericaceae: Hypericum Onagraceae: *Oenothera*
- Reichswald: Nadelforst auf Sandböden: Ericaceae: *Vaccinium*, Gymnospermae: *Pinus*, Pteridophyta: *Dryopteris*

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- können die wichtigsten einheimischen Tier- und Pflanzenfamilien und deren typischer Vertreter an ihrem Standort (Exkursionen) erkennen und unterscheiden (Formenkenntnis) sowie nach Art bestimmen;
- sind in der Lage, fachgerecht mit einem Bestimmungsschlüssel umzugehen;
- sind fähig, ein wissenschaftliches Herbar und eine zoologische Sammlung anzulegen;
- sind zur Teamarbeit befähigt.

Literatur:

Zoologie, nur Empfehlung: Brohmer: Fauna von Deutschland (Quelle und Meyer Bestimmungsbücher); Botanik: Was ist verbindlich, was fakultativ?: Schmeil-Fitschen: Flora von Deutschland (Quelle und Meyer Bestimmungsbücher); Rothmaler: Exkursionsflora (Springer); Oberdorfer: Pfl.-soziol. Exkursionsflora (Ulmer)

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Biologie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Biologie (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Biologie (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Physische Geographie (Bachelor of Science)", "Psychologie (Bachelor of Science)", "Psychologie (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Klausur zu Ökologische und Systematische Diversität der Organismen B (Prüfungsnummer: 28201)
(englische Bezeichnung: Examination (Klausur) on Ecological and Systematic Diversity of Organisms B)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Ruth Stadler

Bemerkungen:

Alternativ-Prüfungen gemäß Corona-Satzung möglich

Modulbezeichnung:	**Organische Chemie 1 (OC1)** (Organic Chemistry 1)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Andreas Hirsch	
Lehrende:	Andreas Hirsch, und Mitarbeiter/innen	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 75 Std.	Eigenstudium: 75 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Organische Chemie 1 (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 5 SWS, Andreas Hirsch et al.)

Inhalt:

Grundlegende Konzepte und Stoffklassen der Organischen Chemie, chemische Terminologie, chemische Eigenschaften:

- Alkane, Alkene, Alkine
- Delokalisierte pi-Systeme
- Stereoisomerie
- Alkohole
- Ether
- Aldehyde und Ketone
- Carbonsäuren und Derivate
- Amine und Aminosäuren
- Heterocylcen
- Dicarbonylverbindungen
- Biopolymere und Bioaggregate - Grundbausteine des Lebens und der Biochemie
- Biochemische Grundprozesse

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die elementaren Stoffklassen organischer Moleküle und können deren physikalische und chemische Eigenschaften verstehen und einschätzen
- kennen die Eigenschaften von funktionellen Gruppen in organischen Molekülen
- beherrschen die chemische Terminologie und einfache Syntheseprinzipien.

Literatur:

K.P.C Vollhardt, N.E. Schore: Organische Chemie (Wiley - VCH)

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Chemie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Chemie (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Modulstudien Naturale (keine Abschlussprüfung angestrebt bzw. möglich)", "Modulstudien Naturale: Naturwissenschaften und Nachhaltigkeit (keine Abschlussprüfung angestrebt bzw. möglich)", "Molecular Science (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Allgemeine und Organische Chemie (Prüfungsnummer: 29612)
(englische Bezeichnung: General and Organic Chemistry)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
W90 (PL): Klausur (90 Minuten) oder Alternativ-Prüfungen gemäß Corona-Satzung
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2022

1. Prüfer: Andreas Hirsch

Organisatorisches:

Turnus des Angebots: jährlich nur im Sommersemster

Bemerkungen:

GOP-Bestandteil!

(*GOP = Grundlagen- und Orientierungsprüfung)

Modulbezeichnung:	**Allgemeine und Anorganische Chemie mit Experimenten (Bio-AC 1)** (Inorganic Chemistry with Experiments)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Ingrid Span	
Lehrende:	Jörg Sutter, Ingrid Span	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 210 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Allgemeine und Anorganische Chemie (mit Experimenten) (WS 2021/2022, Vorlesung, 4 SWS, Ingrid Span)

Übungen zur Vorlesung "Allgemeine und Anorganische Chemie" für Biol. und Mol.Med. [AC 54] (WS 2021/2022, Tutorium, 2 SWS, Ingrid Span)

Anorganisch-chemisches Praktikum für Nebenfachstudierende

Das Praktikum kann erst nach dem Bestehen der AC-Klausur besucht werden.

Anorganisch-chemisches Praktikum für Nebenfächler (WS 2021/2022, Praktikum, 8 SWS, Karsten Meyer et al.)

Anorganisch-chemisches Praktikum für Nebenfachstudierende (SS 2022, Praktikum, 8 SWS, Karsten Meyer et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Die Eingangsvoraussetzung für die Teilnahme am Praktikum ist das erfolgreiche Bestehen der Klausur.

Inhalt:

Grundzüge der Allgemeinen und Anorganischen Chemie:

Atommodelle, Aufbau des Periodensystems, chemische Bindungsarten, grundlegende anorganische Verbindungsklassen, Gasgesetze, Stöchiometrie, chemisches Rechnen, Zustandsdiagramme, chemische Thermodynamik und Kinetik, Theorie des Übergangszustandes, Katalyse in biologischen Systemen, chemisches Gleichgewicht, Redox-Reaktionen, Säure/Base-Reaktionen, Elektrolyse/Galvanisches Element, Chemie der Elemente (Hauptgruppenelemente), Grundlagen der Koordinations- und der bioanorganischen Chemie

Spektroskopische Methoden für kinetische, mechanistische und strukturelle Untersuchungen

Kurspraktikum:

- Umgang mit anorganischen Säuren und Basen, Salzen und Komplexverbindungen, Grundzüge der qualitativen chemischen Analytik durch einfache Versuche mit Basisverbindungen der anorganischen Chemie, nasschemische Nachweise für Metall-Kationen und Anionen
- Einführung in sicheres Arbeiten mit Gefahrstoffen in chemischen Laboratorien; Umgang mit chemischen Abfällen

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- verstehen die Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie im Hinblick auf biologische Problemstellungen und können diese erklären;
- sind fähig, spektroskopische Methoden für kinetische, mechanistische und strukturelle Untersuchungen anzuwenden;
- sind in der Lage, die Vorlesungsinhalte im Kurspraktikum umzusetzen und die im Praktikumsplan vorgesehenen Versuche selbständig durchzuführen;
- verfügen über anwendbares Wissen zum Umgang mit Gefahrstoffen und Abfällen in chemischen Laboratorien;
- verfügen über Kenntnisse von Umweltbelangen und rechtlichen Grundlagen.

Literatur:

- E. Dane, F. Wille, H. Laatsch: Kleines Chemisches Praktikum, 10. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2004;
- C. E. Mortimer, U. Müller: Chemie, 10. Aufl., Thieme, 2010

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Chemie)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Klausur zu Allgemeine und Anorganische Chemie mit Experimenten (Prüfungsnummer: 20651)
(englische Bezeichnung: Examination (Klausur) on General and Inorganic Chemistry with Experiments)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Ingrid Span

Praktikum zu Allgemeine und Anorganische Chemie mit Experimenten (Prüfungsnummer: 20652)
(englische Bezeichnung: Laboratory: General and Inorganic Chemistry with Experiments)

Studienleistung, Protokollheft
weitere Erläuterungen:
Anfertigung eines Laborjournals ca. 50 Seiten, in dem als Dokumentation die Ergebnisse der chemischen Analysen gesondert auflistet werden(=Analyseheft)(unbenotet))

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Jörg Sutter

Modulbezeichnung:	**Analoge elektronische Systeme (AES)** (Analogue Electronic Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Robert Weigel	
Lehrende:	Robert Weigel, Torsten Reißland	

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

Lehrveranstaltungen:

Analoge elektronische Systeme (WS 2021/2022, Vorlesung, 3 SWS, Robert Weigel et al.)
Übungen zu Analoge elektronische Systeme (WS 2021/2022, Übung, 1 SWS, Torsten Reißland)

Inhalt:

- Feldeffekttransistor
- Verstärker, Leistungsverstärker
- Nichtlinearität und Verzerrung
- Filtertheorie
- Realisierung von Filtern
- Intrinsisches Rauschen (Konzepte)
- Physikalische Rauschursachen
- Rauschparameter
- Mischer
- Oszillatoren
- Phasenregelschleifen (PLLs)

Lernziele und Kompetenzen:

- Die Studierenden erlangen Kenntnisse um Rauscheffekte und Nichtlinearitäten in Analogschaltungen zu erklären
- Die Studierenden verstehen die Ursachen verschiedener physikalischer Rauschprozesse und können diese klassifizieren
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur Planung und Implementierung frequenzumsetzender Systeme mittels zugehöriger Frequenz- und Pegelpläne
- Die Studierenden bewerten Hochfrequenzoszillatoren und stabilisierende PLL-Schaltungen
- Die Studierenden untersuchen Messaufbauten zur Charakterisierung von Rauschen und Nichtlinearitäten
- Die Studierenden analysieren den inneren Aufbau von Leistungsverstärkern auf Basis von Transistorschaltungen
- Die Studierenden sind in der Lage komplexe Analogschaltungen simulativ und analytisch zu untersuchen und deren Verhalten im Groß- und Kleinsignalbereich zu charakterisieren
- Die Studierenden führen Filterentwürfe durch und bestimmen deren Amplituden- und Phasengang
- Die Studierenden können bei auftretenden Problemen selbstständig mit Hilfe weitergehender Literatur oder durch Diskussion in der Gruppe Lösungen erarbeiten

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

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)", "Informatik (Master

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Analoge elektronische Systeme (Prüfungsnummer: 65001)
(englische Bezeichnung: Analogue Electronic Systems)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022, 2. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Robert Weigel

Modulbezeichnung:	**Digitale elektronische Systeme (DES)** (Digital Electronic Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Robert Weigel	
Lehrende:	Robert Weigel	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: unregelmäßig
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Digitale elektronische Systeme (SS 2022, Vorlesung, 3 SWS, Robert Weigel)
Übungen zu Digitale elektronische Systeme (SS 2022, Übung, 1 SWS, Albert-Marcel Schrotz)

Inhalt:

- Analog-Digital-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen
- Digital-Analog-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen
- Programmierbare Logikschaltungen (PLD, FPGA): Grundlegende Konzepte, Kategorien, Hardwarearchitekturen
- Digitale-Filter: Theorie, Eigenschaften, Entwicklung und Implementierung und IIR und FIR Filtern

Lernziele und Kompetenzen:

- Die Studierenden verstehen die Hardwarearchitekturen und Funktionsweisen von Komponenten digitaler Elektronischer Systeme wie Digital-Analog-Umsetzer, Analog-Digital Umsetzer, PLDs und FPGAs und können diese erläutern
- Die Studierenden Verstehen die Qualitätsmerkmale von Digitalen Elektronischen Komponenten, können diese auf konkrete Komponenten anwenden und somit die Qualität von digitalen Elektronischen Komponenten anhand der in Datenblättern typischer weise gegebenen Qualitätsmerkmale evaluieren
- Die Studierenden können die Einflüsse von nichtidealen Bauelementen auf digitale elektronische Systeme analysieren
- Die Studierenden verstehen die Funktion, die Eigenschaften, die Entwicklungsmethodik sowie die Implementierung von digitalen Filtern und könne diese erläutern

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (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)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Digitale elektronische Systeme (Prüfungsnummer: 60901)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023, 2. Wdh.: SS 2023
1. Prüfer: Robert Weigel

Modulbezeichnung:	**Quantentechnologien 1 (QuantumTech1)** (Quantum Technologies 1)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Roland Nagy	
Lehrende:	Andre Pointner, Roland Nagy	

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

Lehrveranstaltungen:

Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1 (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Roland Nagy)
Übungen zu QE I - Quantentechnologien 1 (SS 2022, Übung, 2 SWS, Roland Nagy et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Mathematik (1 - 4) und Experimentalphysik (1 & 2) sollten abgeschlossen sein.

Inhalt:

Das Modul Einführung in Quantentechnologien vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik die physikalischen Grundlagen von Quantentechnologien. Die Quantentechnologie ist eine neue Forschungsrichtung, die das Potential besitzt, aktuelle Technologien zu revolutionieren. Es werden relevante Themen aus der Quantenmechanik in Bezug auf Anwendungen im Bereich der Quantensensorik, Quantenkommunikation und Quantencomputer dargestellt. Im Bereich der Quantenmechanik sollen Grundlagen sowie quantenmechanische Effekte vermittelt werden, die für das Verständnis von Quantentechnologien wichtig sind.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden können

Fachkompetenz

Verstehen

grundlegende physikalische Zusammenhänge der Quantenmechanik verstehen.

Anwenden

quantenmechanische Effekte mit Hilfe von Berechnungen beschreiben.

Analysieren

Themen der Quantentechnologien selbstständig analysieren.

Literatur:

- Haken, Herrmann & Wolf, Hans Christoph (2004): Atom- und Quantenphysik
- Nolting, Christoph (2009): Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik - Grundlagen

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Einführung in Quantentechnologien (Prüfungsnummer: 23511)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Roland Nagy

Organisatorisches:

Diese Vorlesung wird ab dem SoS 22 nur noch in Sommersemestern, d.h., im jährlichen Turnus angeboten!

Modulbezeichnung:	**Entwurf Integrierter Schaltungen II (EIS II)** (Design of Integrated Circuits II)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Sebastian M. Sattler	
Lehrende:	Sebastian M. Sattler	

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

Lehrveranstaltungen:

Entwurf Integrierter Schaltungen II (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Sebastian M. Sattler)
Übungen zu Entwurf Integrierter Schaltungen II (SS 2022, Übung, 2 SWS, Tobias Rumpel et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Digitaltechnik oder Technische Informatik I, o.ä.

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

Entwurf Integrierter Schaltungen I

Inhalt:

Die Vorlesung behandelt formalisierte Methoden für den Entwurf kombinatorischer Schaltungen. Schwerpunkt liegt auf einer grundlagenorientierten Darstellung der verwendeten Definitionen und Algorithmen, damit eine Übertragung auf und Anwendung in andere Wissensgebiete erleichtert wird.

- Einführung
- Zielstellung beim Entwurf binärer Systeme
- Beschreibungen kombinatorischer Systeme
- Darstellung Boolescher Funktionen
- Normalformen
- Automatenbasierte Komposition
- Überdeckungstabelle
- Dynamische Operationen
- Ableitung nach der Zeit
- Schaltungtechnische Realisierung kombinatorischer Systeme
- Dynamisches Verhalten von kombinatorischen Schaltungen
- Strukturierte Datenanalyse

Lernziele und Kompetenzen:

Anwenden

- Die Studierenden wenden Kenntnisse über den automatisierten Entwurf digitaler Schaltungen und Systeme an und lernen verschiedende Verfahren zum automatisierten Entwurf von Schaltnetzen und Schaltwerken kennen.

Erschaffen

- Sie Studierenden sind in der Lage den Entwurfsfluss von der Spezifikation bis zum Test von digitalen Schaltungen zu entwickeln.

Literatur:

Zander, Logischer Entwurf binärer Systeme VEB Verlag Technik, Berlin 1989

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

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)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommuni-

kationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Entwurf Integrierter Schaltungen II (Prüfungsnummer: 61902)
(englische Bezeichnung: Design of Integrated Circuits II)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Es werden nach Möglichkeit noch folgende Prüfungsformen angeboten:

- mündliche Prüfung/Vortrag über ZOOM oder MS Teams
- Klausur mit Videoaufsicht

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Sebastian M. Sattler

Modulbezeichnung:	**Entwurf Integrierter Schaltungen I (EIS I)** (Design on Integrated Circuits I)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Sebastian M. Sattler	
Lehrende:	Sebastian M. Sattler, Florian Deeg	

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

Lehrveranstaltungen:

Entwurf Integrierter Schaltungen I (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Sebastian M. Sattler)
Übungen zu Entwurf Integrierter Schaltungen I (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Florian Deeg et al.)

Inhalt:

Es wird in die Grundlagen des integrierten digitalen Schaltungsentwurfes auf Basis von CMOS eingeführt. Ausgehend vom MOS Transistor wird die Complementäre Logik erklärt und auf gängige statische und dynamische Schaltelemente und ihre Erweiterungen auf hochintegrierte Schaltungen bis 0.13μm eingegangen.

- Digitaler IC Entwurf für Deep Submicron
- MOS Transistor
- Herstellung, Layout und Simulation
- MOS Inverterschaltung
- Statische CMOS Gatter-Schaltungen
- Entwurf von Logik mit hoher Schaltrate
- Transfer-Gatter und dynamische Logik
- Entwurf von Speichern
- Zusätzliche Themen des Speicherentwurfs

Content

It introduces students to the basics of digital integrated circuit design in CMOS. Starting from the MOS transistor, complementary logic is explained. Common static and dynamic switching elements are discussed as well as their extensions to large scale integrated circuits (0.18μm-0.13μm).

- Deep Submicron Digital IC Design
- MOS Transistor
- Fabrication, Layout and Simulation
- MOS Inverter Circuits
- Static CMOS Gate-Circuits
- Design of Logic with High Switching Rate
- Transfer-Gates and Dynamic Logic
- Design of Memory
- Additional Topics of Memory Design

Lernziele und Kompetenzen:

Verstehen

- Die Studierenden gewinnen einen Überblick über existierende Integrationstechnologien und Entwurfsmethodiken für Integrierte Schaltungen in 0,18μm und 0,13μm CMOS. Dabei verstehen die Studierenden auch die Zusammenhänge zwischen technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten der Halbleiterfertigung.

Evaluieren (Beurteilen)

- Die Studierenden analysiert das Verhalten von MOS/CMOS-Transistoren. Daneben können sie verschiedene statische und dynamische digitale Schaltungsstrukturen auf Transistorebene bewerten.

Learning objectives and competencies:

Understand

- gain an overview of existing integration technologies and integrated circuit design techniques in CMOS (0.18μm-0.13μm), understanding technical and economic aspects of semiconductor manufacturing.

Evaluate (Assess)

- Analyze the behavior of MOS / CMOS transistors and evaluate various static and dynamic digital circuit structures at transistor level.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Entwurf integrierter Schaltungen I / Design of Integrated Circuits I (Prüfungsnummer: 65901)
(englische Bezeichnung: Design of Integrated Circuits I)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Sebastian M. Sattler

Modulbezeichnung:	**Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten (ENAS)** (Design and Characterisation of High Speed Digital Circuits)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Klaus Helmreich	
Lehrende:	Klaus Helmreich	

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

Lehrveranstaltungen:

Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Gerald Gold et al.)

Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten Übung (SS 2022, Übung, 2 SWS, Gerald Gold et al.)

Inhalt:

Motivation

Beim Entwurf von Schaltungen für hohe Datenraten oder hohe Frequenzen auf Leiterplattenebene, aber auch in integrierten Schaltungen, kann man schaltungstechnisch alles richtig machen - aber die Schaltung funktioniert trotzdem nicht recht! Häufiger Grund ist mangelnde Signalintegrität: Signaleigenschaften werden beim Durchlaufen der Signalpfade unzulässig beeinträchtigt.

Gliederung

Die Veranstaltung behandelt Aspekte des Schaltungsentwurfs, die entscheidend sind für die Erzielung funktionsnotwendiger Signalqualität auf Schnittstellen und Verbindungselementen. Nach Einführung der notwendigen theoretischen Grundlagen werden diese auf konkrete Fragestellungen unter gegenwärtigen technologischen Randbedingungen angewendet. Signalpfade und Leistungsversorgung werden unter Gesichtspunkten der Signalintegrität analysiert und Entwurfsregeln abgeleitet. Meß-, Charakterisierungs- und Prüfverfahren werden erläutert und geeignete Modelle für Simulationen untersucht.

1 Signaleigenschaften

Begriffe und Definitionen, Kenngrößen eines Datensignals, Flankenübergangszeit und Bandbreite, Leistungsdichtespektrum eines Datensignals, Jitter: Maße und Komponenten, Augendiagramm, Bitfehlerrate und die „Badewannenkurve“

2 Signalquellen und Lasten

Impedanz und Leistungsübertragung, Zeitmittelwerte

3 Leitungen: Eigenschaften

Begriffe, Leitungsmodell für Zweileiteranordnung, Ausbreitungskoeffizient und Leitungswellenwiderstand, Frequenzabhängigkeiten von Dämpfungsbelag, Phasenlaufzeitbelag und Wellenwiderstand

4 Leitungen und Signalintegrität

Auswirkung der Frequenzabhängigkeiten auf Form von Datensignalen, Reflexion und ihre Auswirkung auf Datensignale, Signallaufdiagramm bei Verzweigungen, Entwurf von Verzweigungen ohne Signalbeeinträchtigung, Analyse von Signalpfaden: Reflektometrie im Zeit- und Frequenzbereich, Systemstruktur und Systemantwort, Signaturen verschiedener Störstellen im Wellenwiderstandsprofil und ihre Auswirkung im Augendiagramm

5 Leitungen: Material und Oberfläche

Charakteristika von Dielektrika und Leitern, Leitungsquerschnitte in Kabeln, Leiterplatten und integrierten Schaltungen, relative Permittivität und Verlustmechanismen, Messung dielektrischer Eigenschaften, „scheinbare“ relative Permittivität und Entwurfsperspektiven, Einfluß der Rauhigkeit von Leiteroberflächen

6 Leiterplatten

Leiterplatten als Schaltungsbestandteil, Aufbau und Herstellung von Mehrlagen-Leiterplatten, Durchkontaktierungen und ihre Auswirkungen auf Signalintegrität, Varianten für hohe Frequenzen und Datenraten, Materialien und Eigenschaften, Inhomogenität und Anisotropie, Herausforderungen bei Leiterplatten für hohe Datenraten

7 Integrierte Schaltungen
Gattereigenschaften: Schaltleistung und Schaltzeiten, Auswirkung der Schaltzeit auf Signalintegrität, Leitungen in integrierten Schaltungen, Laufzeitverhalten, Fehlermodelle bei hohen Datenraten, IC-Gehäuse und ihre Auswirkungen auf Signalintegrität
8 Leistungsversorgung
Signalintegrität und Versorgungsspannung: Zeitverlauf des Leistungsbedarfs synchroner Schaltungen, Lastwechselreaktion „Simultaneous Switching Noise“: Modell und quantitative Behandlung, Entwurf von Entkopplungsnetzwerken

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen

Fachkompetenz

Wissen

- wesentliche Kenngrößen eines Datensgnals nennen
- Begriff „Jitter“ abgrenzen
- Jitterkomponenten erläutern
- wesentliche Leiterplattenmaterialklassen und deren relevante Kenngrößen nennen

Verstehen

- Augendiagramm und „Badewannenkurve“ interpretieren und beurteilen
- Zweileiter-Leitungsmodell erläutern und zugehörige Begriffe definieren
- Reflexion an Störstellen qualitativ und quantitativ beschreiben
- relevante Materialeigenschaften von Dielektrika und Leitern angeben und erklären und Meßverfahren dafür beschreiben
- Aufbau und Herstellung von Mehrlagen-Leiterplatten beschreiben

Anwenden

- Flankenübergangszeit und Bandbreite ineinander umrechnen
- Entwurfsregeln für Signalintegrität anwenden
- Flankenübergangszeit und Signalpfadbandbreite für Datenrate geeignet auslegen

Analysieren

- Frequenzabhängigkeiten von Leitungsparametern begründen und deren Auswirkung auf Form von Datensignalen diskutieren
- Leitungsverhalten von LC- / RC-Leitungen gegenüberstellen

Evaluieren (Beurteilen)

- Jitterkomponenten anhand der Jitterverteilung ermitteln
- verschiedene Ausbildungen von Durchkontaktierungen hinsichtlich ihrer Auswirkung auf Signalintegrität bewerten
- IC-Gehäuse hinsichtlich ihrer Eignung für hohe Datenraten / Frequenzen beurteilen

Erschaffen

- Signalpfade und Topologien für hohe Datenraten / Frequenzen konzipieren
- Entkopplungsnetzwerke gezielt für bestehende Anforderungen entwerfen

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Lernziele hinsichtlich Lern- und Arbeitsmethoden:

- Meß- und Charakterisierungsverfahren zielgerichtet anwenden und Ergebnisse differenziert interpretieren
- Belange der Signalintegrität beim Systementwurf erkennen und berücksichtigen

Selbstkompetenz

Lernziele hinsichtlich persönlicher Weiterentwicklung:
(keine)

Sozialkompetenz

Lernziele hinsichtlich des Umgangs mit Menschen:

- Übungsaufgabenstellungen gemeinsam in Kleingruppen lösen

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten_ (Prüfungsnummer: 61801)
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.

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023, 2. Wdh.: SS 2023
1. Prüfer: Klaus Helmreich

Modulbezeichnung:	**Halbleiterbauelemente (HBE)** (Semiconductor Devices)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jörg Schulze	
Lehrende:	Jörg Schulze, Jan Dick	

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

Lehrveranstaltungen:

Das Tutorium Halbleiterbauelemente stellt ein zusätzliches Angebot an die Studierenden zur Prüfungsvorbereitung dar. Es handelt sich dabei um eine freiwillige Wahlveranstaltung.

Halbleiterbauelemente (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Jörg Schulze)
Übungen zu Halbleiterbauelemente (SS 2022, Übung, 2 SWS, Jan Dick et al.)
Tutorium Halbleiterbauelemente (SS 2022, optional, Tutorium, 2 SWS, Jan Dick)

Empfohlene Voraussetzungen:

Grundlagen der Elektrotechnik I

Inhalt:

Das Modul "Halbleiterbauelemente" vermittelt den Studierenden die physikalischen Grundlagen moderner Halbleiterbauelemente. Der erste Teil der Vorlesung befasst sich nach einer Einleitung in die moderne Halbleitertechnik und Halbleitertechnologie mit der Behandlung von Ladungsträgern in Metallen und Halbleitern; und es werden die wesentlichen elektronischen Eigenschaften der Festkörper zusammengefasst. Darauf aufbauend werden im Hauptteil der Vorlesung die Grundelemente aller Halbleiterbauelemente - pn-Übergang, Schottky-Kontakt und MOS-Varaktor - detailliert dargestellt. Damit werden dann zum Abschluss die beiden wichtigsten Transistorkonzepte - der Bipolartransistor und der MOS-gesteuerte Feldeffekttransistor (MOSFET) - ausführlich behandelt. Ein Ausblick, der die gesamte Welt der halbleiterbasierten Bauelemente für Logik- & Hochfrequenzanwendungen, Speicher- und leistungselektronischen Anwendungen beleuchtet, runden die Vorlesung ab.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

Fachkompetenz

Verstehen

- verstehen grundlegende physikalische Vorgänge (u.a. Drift, Diffusion, Generation, Rekombination) im Halbleiter
- interpretieren Informationen aus Bänderdiagrammen

Anwenden

- beschreiben die Funktionsweisen moderner Halbleiterbauelemente
- berechnen Kenngrößen der wichtigsten Bauelemente
- übertragen - ausgehend von den wichtigesten Bauelementen, wie Dioden, Bipolartransistoren und Feldeffekttransistoren - diese Funktionsprinzipien auf Weiterentwicklungen für spezielle Anwendungsgebiete wie Leistungselektronik oder Optoelektronik

Analysieren

- diskutieren das Verhalten der Bauelemente z.B. bei hohen Spannungen oder erhöhter Temperatur

Literatur:

- Folien zur Vorlesung
- R. Müller: Grundlagen der Halbleiter-Elektronik, Band 1 der Reihe Halbleiter-Elektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2002
- D.A. Neamen: Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles, McGraw-Hill (Richard D. Irwin Inc.), 2002
- Th. Tille, D. Schmitt-Landsiedel: Mikroelektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2004
- S.K. Banerjee, B.G. Streetman: Solid State Electronic Devices, Prentice Hall, 2005

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Leistungselektronik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "247#56#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Nanotechnologie (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Halbleiterbauelemente (Prüfungsnummer: 25901)
(englische Bezeichnung: Semiconductor Devices)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Jörg Schulze

Organisatorisches:

Unterlagen zur Vorlesung über StudOn

Modulbezeichnung:	**Kommunikationsstrukturen (KOST)** (Communication Structures)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jürgen Frickel	
Lehrende:	Jürgen Frickel	

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

Lehrveranstaltungen:

Kommunikationsstrukturen (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Jürgen Frickel)
Übungen zu Kommunikationsstrukturen (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Jürgen Frickel)

Inhalt:

Einführung
- Information und Kommunikation
- Anwendungsgebiete - Kommunikation

Strukturen und Eigenschaften von Kommunikationssystemen
- Grundlegende Definitionen und Klassifikationen
- Grundlegende Strukturen

Protokolle und Schnittstellen
- Grundlagen
- Basis-Verfahren und Beispiele
- TCP/IP-Protokol
- Referenzmodell nach ISO/OSI
- Sicherungsschicht/Data Link Layer (LLC und MAC)
- Bitübertragungsschicht/Physical Layer
- Übertragungsmedien

Hardware in Kommunikationsstrukturen
- HW-Architekturen und Funktionsblöcke
- Digitale und Analoge Komponenten
- Schaltungsdetails von Komponenten

Grundlagen von Bussystemen
- Klassifikation
- Funktionale Eigenschaften
- Arbitrierungs-Verfahren

Leitungsgebundene Anwendungen für Rechnersysteme
- Bus-Applikationen
- *Baustein-/IC-interne Busse (AMBA, FPI, ConTraBus, ...)*
- *Baugruppeninterne Busse (I2C, Chipsätze+Bridges, ...)*
- *Busse für Rechensysteme (VME, ISA, PCI, PCIe, AGP, ...)*
- *Peripherie-Busse (ATA, IEC, USB, Firewire, Fibre Channel, Thunderbolt ....)*

Leitungsgebundene Anwendungen in Systemen
- Feldkommunikation
- *Automobil, Luftfahrt, Space (CAN, MOST, LIN, MILBus, Spacewire ....)*
- *Industrie, Haustechnik (Profibus, EIB, ...)*
- Weitverkehrsnetze
- *SDH, PDH, ATM, ...*

Lernziele und Kompetenzen:

1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt die Konzepte und Verfahren vor allem drahtgebundener Kommunikationssysteme anzuwenden.
2. Die Studierenden lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Kommunikationsprotokolle zu verstehen, und miteinander zu vergleichen.
3. Desweiteren analysieren und klassifizieren Sie grundlegende Strukturen von leitungsgebundenen Kommunikationssystemen anhand ihrer funktionalen Eigenschaften.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

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)", "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)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Kommunikationsstrukturen (Prüfungsnummer: 68011)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Jürgen Frickel

Bemerkungen:

Vorlesung für Lehramtstudierende: 2 SWS

Modulbezeichnung:	**Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (semesterbegleitend) (PEMSY)** (Embedded Microcontroller systems Laboratory)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Albert Heuberger	
Lehrende:	Sally Nafie, Markus Hartmann	

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

Lehrveranstaltungen:

Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (semesterbegleitend) (SS 2022, Praktikum, 3 SWS, Sally Nafie)
Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (Blockpraktikum) (SS 2022, optional, Praktikum, 3 SWS, Sally Nafie)

Empfohlene Voraussetzungen:

- Die Beherrschung der Inhalte von Lehrveranstaltungen in einem ingenieurwissenschaftlichen Grundstudium, die in die Grundlagen der Informatik und Elektrotechnik einführen
- Kenntnisse in der Programmiersprache C
- Grundverständnis von Boole'schen Operationen
- Englischkenntnisse
- Deutschkenntnisse

Inhalt:

Dieses Praktikum führt die Studierenden in das Gebiet der eingebetteten Mikrocontroller-Systeme ein. Basierend auf dem Stoff der Vorlesungen Digitaltechnik, Schaltungstechnik und Systemprogrammierung bearbeiten die Teilnehmer/-innen eine Problemstellung, die mittels einer „Maschine“ gelöst werden soll. Zusätzlich notwendiges Wissen wird vermittelt, damit diese „Maschine“ in 2er-Gruppen weitgehend selbständig aufgebaut werden kann.
Verwendet wird eine vom Lehrstuhl selbst entwickelte Platine auf Basis des AVR ATmega32 mit einem LCD-Display und einem ISM-Funkmodul. Schrittweise erfolgt der Lötaufbau des USB-Programmieradapters und der Hardware-Plattform mit Blick auf das zu realisierende Gesamtsystem. Während die Programmiermodule immer umfangreicher werden, wird mit zunehmender Erfahrung der Teilnehmer/-innen das System auf einem Lochrasterfeld durch eigene Schaltungen ergänzt und erweitert. Als Besonderheit darf die entwickelte „Maschine“ nach dem Ende des Praktikums von den Teilnehmern behalten werden.
Programmiert wird konsequent in C (und Inline-Assembler) und verwendet werden ausschließlich frei verfügbare Entwicklungshilfsmittel. Für einen kontinuierlichen Entwicklungsfortschritt im Zusammenspiel mit dem Hardwareaufbau ist es hierbei unerlässlich das bereits gewisse Erfahrungen in dieser Programmiersprache bestehen.
Nach Abschluss des Praktikums sind die Teilnehmer/-innen in der Lage ein Mikrocontroller-System für den Einsatz in einem Mess- oder Steuerungsprojekt aufzubauen, effektiv zu programmieren und Daten über eine Kurzstreckenfunkübertragung auszutauschen.

Lernziele und Kompetenzen:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung "PEMSY“ sind die Studierenden in der Lage die Konzepte und Verfahren der Mikrocontroller-Programmierung anzuwenden. Die Studenten lernen dabei eigene Software für Mikrocontroller zu entwickeln. Sie lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Komponenten wie z.B. Strukturelemente und On-Chip-Peripherie am Beispiel des Mikrocontrollers ATmega32 zu verstehen. Dabei analysieren sie deren Zeitverhalten, entwickeln Methoden zum Anschluss von Peripherie-Elementen und bewerten Wechselwirkungen zwischen Hard- und Software.
Die Studierenden sind weiterhin nach der Veranstaltung in der Lage, eine Entwicklungsumgebung für Mikrocontroller anzuwenden, sie lernen folgende Aspekte zu verstehen:

- Software-Entwicklung unter Linux

- Erzeugung von lauffähigem Code auf einem Mikrocontroller
- Übertragung von Binärcode zum Mikrocontroller

Im Rahmen des Aufbaus zweier Platinen werden zusätzlich folgende Inhalte vermittelt:

- Löten an bedrahteten Bauelementen
- Aufbau von einer Programmieradapterschaltung
- Aufbau von einer Entwicklungsplattform mit integriertem Mikrocontroller und LCD-Display
- Systematische Fehlersuche

Durch die verwendeten Hard- und Software-Komponenten und generell gültigen Methodiken im Praktikum sind die erlernten Inhalte auch auf andere Mikrocontroller-Architekturen und Entwicklungssysteme übertragbar. Durch die Aufgabenstellungen des Praktikums sind die Studenten später in der Lage, folgende Kommunikationsschnittstellen zu verstehen und eigene Treiber dafür zu entwickeln:

- Serielle synchrone Datenübertragung (SPI)
- serielle asynchrone Datenübertragung (UART)
- parallele bidirektionale Datenübertragung über einen Bus

Weiterhin sind die Studenten nach dem Praktikum in der Lage folgende Kommunikationsprotokolle anzuwenden:

- Befehlssatz des LCD Controllers HD44780
- Befehlssatz eines ISM Funkmoduls

Literatur:

- Kernighan / Ritchie: The C Programming Language
- http://www.like.eei.fau.de/lehre/lehrveranstalt/pemsy.shtml

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY) (Prüfungsnummer: 75301)
Studienleistung, Praktikumsleistung
weitere Erläuterungen:
Praktikums-Aufgabenstellung lesen Praktikums-Unterlagen durcharbeiten Abschlusspräsentation mit Demonstration (10 Min.)

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Wdh.
1. Prüfer: Albert Heuberger

Organisatorisches:

WS und SS, 1x semesterbegleitend in der Vorlesungszeit, 1x in der vorlesungsfreien Zeit als Blockpraktikum

Das Praktikum findet in Präsenz statt unter Einhaltung der Hygiene- und Abstandsregeln

Modulbezeichnung:	**Multiphysics Systems and Components (MSC)** (Multiphysics Systems and Components)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jens Kirchner	
Lehrende:	Jens Kirchner, u.a.	

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

Lehrveranstaltungen:

Multiphysikalische Systeme und Komponenten (SS 2022, Vorlesung, Jens Kirchner)
Übungen zu Multiphysikalische Systeme und Komponenten (SS 2022, Übung, 2 SWS, Angelika Thalmayer et al.)

Inhalt:

Das Modul bietet eine Einführung in die Simulationsmethode der Finiten Elemente. Dabei liegt der Schwerpunkt auf multiphysikalischen Systemen, d.h. Systemen, die den Gesetzmäßigkeiten von mindestens zwei gekoppelten physikalischen Domänen unterliegen.

- Mathematische Grundlagen zu Differentialgleichungen
- Überblick über numerische Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen
- Finite-Elemente-Methode (ein- und mehrdimensionale sowie zeitabhängige Probleme)
- Simulation und Experiment

Lernziele und Kompetenzen:

- Die Studierenden kennen grundlegende Klassen von Differentialgleichungen und können vorgegebene Differentialgleichungen diesen Klassen zuordnen.
- Die Studierenden verstehen das Konzept gut konditionierter Differentialgleichungsprobleme.
- Die Studierenden können unterschiedliche numerische Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen benennen und grundlegende Unterschiede erläutern.
- Die Studierenden können das Vorgehen bei der Finite-Elemente-Methode erklären sowie einfache Differentialgleichungen in die schwache Form überführen sowie das zugehörige algebraische Gleichungssystem herleiten.
- Die Studierenden können für eine vorgegebene Versuchsanordnung ein Simulationsmodell erstellen und analysieren.
- Die Studierenden können unterschiedliche numerische Verfahren, die innerhalb der FEM genutzt werden, beispielsweise zur Lösung zeitabhängiger Probleme, erklären und im Simulationsprogramm einsetzen.
- Die Studierenden können Ursachen für Diskrepanzen zwischen Simulationsmodell und Versuchsaufbau benennen sowie Methoden zur Identifikation dieser Ursachen angeben.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Multiphysics Systems and Components (Prüfungsnummer: 68411)
Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
alternative Prüfungsform aufgrund der Coronalage: Schriftlich

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Jens Kirchner

Modulbezeichnung:	**Prozessintegration und Bauelementearchitekturen (PiBa)** (Process Integration and Device Architecture)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jörg Schulze	
Lehrende:	Jörg Schulze, Jannik Schwarberg	

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

Lehrveranstaltungen:

Halbleitertechnik I - Bipolartechnik (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Jörg Schulze)
Übungen zu Halbleitertechnik I - Bipolartechnik (SS 2022, Übung, 2 SWS, Jannik Schwarberg)

Empfohlene Voraussetzungen:

Kenntnisse aus den Vorlesungen Halbleiterbauelemente und Technologie Integrierter Schaltungen von Vorteil

Inhalt:

In diesem Modul werden die physikalischen Anforderungen an integrierte Bauelemente und deren Umgebung definiert und Lösungsansätze anhand von Prozess-Sequenzen vorgestellt. Insbesondere soll dabei dargelegt werden, wie durch die stetige Verkleinerung der Strukturen neue prozesstechnische Verfahren zur Einhaltung der an die Technologie gestellten Forderungen notwendig werden.
Zu Beginn werden kurz die Methoden der Herstellung vorgestellt. Die für Mikroprozessoren und Logikschaltungen notwendigen CMOS-Bauelemente werden im Anschluss behandelt. Danach wird die zugehörige CMOS-Technik betrachtet. Der nächste Vorlesungsabschnitt widmet sich den statischen und dynamischen Speichern, hier werden sowohl die wichtigsten Speicherarten (DRAM, SRAM, EPROM, Flash) vorgestellt, als auch die notwendigen Technologieschritte. Es folgt die Bipolartechnik und die BiCMOS-Technik, bei der sowohl CMOS, als auch Bipolarschaltungen auf einem Chip integriert werden. Ein kurzes Kapitel befasst sich mit dem Aufbau von Leistungsbauelementen. Die Problematik der Metallisierung sowie die Aufbau- und Verbindungstechnik, die für alle Bauelemente ähnlich ist, wird im Anschluss behandelt. Der letzte Abschnitt beinhaltet Aspekte zur Ausbeute und Zuverlässigkeit von Bauelementen.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

Fachkompetenz

Anwenden

beschreiben den Aufbau von Halbleiterbauelementen
erklären die grundlegende Funktionsweise von Bauelementen und Grundbausteinen intergrierter Schaltungen
beschreiben die stetige technologische Weiterentwicklung der Bauelemente

Analysieren

analysieren den Einfluss von Prozesssequenzen auf die Eigenschaften der Halbleiterbauelemente

Evaluieren (Beurteilen)

beurteilen die Vorteile und Grenzen von Prozesssequenzen für moderne Bauelemente

Literatur:

- D. Widmann, M. Mader: H. Friedrich, Technologie hochintegrierter Schaltungen, 2. Aufl., Springer Verlag, 1996
- G.S. May, S.M. Sze: Fundamentals of Semiconductor Fabrication, Wiley & Sons, 2003

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

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)", "Informatik (Master of Science)", "Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Prozessintegration und Bauelementearchitekturen_ (Prüfungsnummer: 66501)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

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

1. Prüfer: Jörg Schulze

Modulbezeichnung:	**Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (SSÜ)** (Circuits and Systems of Transmission Techniques)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Norman Franchi	
Lehrende:	Maximilian Lübke	

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

Lehrveranstaltungen:

Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Norman Franchi et al.)

Übungen zu Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (SS 2022, Übung, 2 SWS, Norman Franchi et al.)

Inhalt:

Im Rahmen dieses Modules werden die Grundlagen und technische Ausführung Übertragungstechniken vermittelt. Fokus liegt dabei auf dem Automotivebereich. Elektrofahrzeuge werden nicht nur die heute bereits in der Oberklasse verfügbaren Fahrassistenzsysteme nutzen sondern weitere E-Mobility spezifische Anwendung insbesondere zur Energie- und Reichweitoptimierung. Drahtlose Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladeeinrichtungen, zwischen Fahrzeugen untereinander, genaue Ortung und Streckenprognose sowie autonomes energiesparendes Fahren mit Radar-Abstandsreglung spielen hier eine wichtige Rolle. In diesem Modul werden diese modernen Entwicklungen adressiert und die dafür notwendigen Grundlagen erarbeitet.

- Grundlagen:

-Funkkanaleigenschaften
-Modellierung
-Modulation, Codierung, Vielfachzugriff

- Fahrzeugkommunikationssysteme:

-Übertragungssysteme für die Fahrassistenz
-Car-to-Car und Car-to-X-Kommunikation
-Breitbandige In-Car-Datenübertragung

- Fahrzeugsensorik:

-Fahrzeugortung (lokal und global)
-Automobilradar und Umfeldüberwachung
-Sensorische Erfassung von Bioparametern im Fahrzeug

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul in der Lage:

- Funkkanaleigenschaften und Modelle für spezifische Anwendungs- und Betriebsszenarien anzuwenden
- Modulationstechniken zu erläutern und zu analysieren
- Moderne Codierungs- und Vielfachzugriffstechniken zu erläutern
- Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugkommunikationssystemen zu erläutern und zu analysieren
- Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugsensoriksystemen zu erläutern und zu analysieren

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (Prüfungsnummer: 64101)
(englische Bezeichnung: Circuits and Systems of Transmission Techniques)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Eine alternative Prüfungsleistung kann gemäß Corona-Satzung die mündliche Prüfung darstellen.

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023, 2. Wdh.: SS 2023
1. Prüfer: Norman Franchi

Modulbezeichnung:	**Schaltungstechnik (ST)** (Electronic Circuits)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Robert Weigel	
Lehrende:	Robert Weigel	

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

Lehrveranstaltungen:

Schaltungstechnik (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Robert Weigel)
Übungen zu Schaltungstechnik (SS 2022, Übung, 2 SWS, Marco Dietz et al.)

Inhalt:

- Halbleiterbauelemente: Diode, Bipolartransistor, MOSFET
- Transistor-Grundschaltungen: Arbeitspunkte, Großsignal-, Kleinsignalverhalten
- Verstärker: Stromquellen, Differenzverstärker, Impedanzwandler
- Operationsverstärker, innerer Aufbau, Modelle, Anwendungen
- Digital-Analog-/Analog-Digital-Umsetzer: Grundschaltungen, Modelle, Anwendungen

Lernziele und Kompetenzen:

- Die Studierenden verstehen den Aufbau und die Funktionsweisen von Halbleiterschaltungen wie Dioden- und Transistorgrundschaltungen, Verstärkern, Operationsverstärkern und Analog-Digital-/Digital-Analog-Umsetzern und können diese erläutern.
- Die Studierenden können komplexe Schaltungen durch eine Zerlegung in grundlegende Funktionsblöcke analysieren und diese in ihrer Funktion beurteilen.
- Die Studierenden verstehen die Entwicklungsmethodik beim Entwurf von grundlegenden Halbleiterschaltungen und können diese dimensionieren.
- Die Studierenden können eine einfache, abstrakte Funktionsbeschreibung in grundlegende Halbleiterschaltungen abbilden und diese zur Erfüllung der abstrakten Funktion auslegen.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

[3] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Leistungselektronik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "247#56#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung Schaltungstechnik_ (Prüfungsnummer: 26601)
(englische Bezeichnung: Electronic Circuits)

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

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

1. Prüfer: Robert Weigel

Modulbezeichnung:	**Technologie integrierter Schaltungen (TIS)** (Technology of Integrated Circuits)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jörg Schulze	
Lehrende:	Jörg Schulze, Jannik Schwarberg	

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

Lehrveranstaltungen:

Technologie integrierter Schaltungen (WS 2021/2022, Vorlesung, 3 SWS, Jörg Schulze)
Übung zu Technologie integrierter Schaltungen (WS 2021/2022, Übung, 1 SWS, Jannik Schwarberg)

Empfohlene Voraussetzungen:

Kenntnisse aus dem Bereich Halbleiterbauelemente (Pflichtveranstaltung im Bachelorstudiengang EEI und Mechatronik)

Inhalt:

In diesem Modul werden die wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente und integrierter Schaltungen behandelt.
Ausgehend von der Frage nach den relevanten Parametern chemischer und physikalischer Herstellungsprozesse werden zu Beginn die Verfahren und Methoden zur Herstellung von einkristallinen Siliziumkristallen besprochen. Anschließend werden die physikalischen und chemischen Grundlagen der Oxidation, der Dotierverfahren Diffusion und Ionenimplantation sowie der physikalischen und chemischen Gasphasenabscheidung von dünnen Schichten behandelt. Eine Einführung in die relevanten Lithographie- und Strukturierungsverfahren beendet den Kanon der wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente. Ergänzend dazu werden Sequenzen von Prozessabläufen, wie sie heute bei der Herstellung von hochintegrierten Schaltungen wie Mikroprozessoren oder Speichern verwendet werden, besprochen.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

Fachkompetenz

Anwenden

- beschreiben die Technologieschritte und notwendigen Prozessgeräte
- erklären die physikalischen und chemischen Vorgänge bei der Herstellung von Integrierten Schaltungen

Evaluieren (Beurteilen)

- ermitteln en Einfluss von Prozessparametern und können Vorhersagen für Einzelprozesse ableiten
- sind in der Lage, verschiedene Herstellungsschritte hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bzgl. der hergestellten Schichten, Strukturen oder Bauelemente zu beurteilen

Literatur:

- S. M. Sze: VLSI - Technology, MacGraw-Hill, 1988
- C. Y. Chang, S. M. Sze: ULSI - Technology, MacGraw-Hill, 1996
- D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich: Technology of Integrated Circuits, Springer Verlag, 2000
- Hong Xiao: Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, Prentice Hall, 2001

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

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)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Technologie integrierter Schaltungen (Prüfungsnummer: 61901)
(englische Bezeichnung: Technology of Integrated Circuits)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Jörg Schulze

Modulbezeichnung:	**Transceiver-Systementwurf (TRXSys)** (Transceiver System Design)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jörn Thielecke	
Lehrende:	Jörn Thielecke	

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

Lehrveranstaltungen:

Transceiver-Systementwurf (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Jörn Thielecke)
Übung Transceiver-Systementwurf (SS 2022, Übung, 2 SWS, Jörn Thielecke)

Empfohlene Voraussetzungen:

Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse erforderlich aus: Signal- und Systemtheorie, Nachrichtentechnische Systeme, Stochastik. Erste mikroelektronische Kenntnisse helfen.

Inhalt:

1. Einführung
2. Systemübersicht und Anforderungen
- GPS - GSM-WLAN
- Vergleichende Zusammenfassung
3. Basisbandverarbeitung
- Optimierung und Wechselwirkungen am Beispiel einer PLL
- Anforderungsprofil bei GPS, GSM und WLAN
4. A/D- und D/A-Umsetzung
- Dominierendes Nutzsignal bei GSM und WLAN
- Dominierendes Rauschen bei GPS
- Anforderungsübersicht
5. Frontend
- Analyse und Charakterisierung von Störungen (Nichtlinearitäten, Rauschen, Dynamikbereicht, I/Q-Balance, Phasenrauschen)
- Systementwurf (Entwurfzyklus, Empfänger-Architekturen, Sender-Architekturen)
6. Ausblick

Lernziele und Kompetenzen:

1. Anhand der Beispielsysteme GPS, GSM und WLAN sollen Studierende beurteilen lernen, wie das Wechselspiel zwischen Realisierungsaufwand und nachrichtentechnischer Systemanforderung ist. 2. Anhand von Beispielen sollen Studierenden die wesentlichen Entwurfsschritte bis hin zur Parametrisierung auf Blockschaltbildebene klar werden, wenn der Ausgangspunkt eine nachrichtentechnische Systembeschreibung ist.
3. Anhand von Architekturbeispielen sollen Studierende ein Verständnis für die Spielräume und Abwägungen beim Entwurf eines Endgerätes entwickeln.

Literatur:

Skriptum zur Vorlesung.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

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)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Transceiver-Systementwurf (Prüfungsnummer: 66211)
(englische Bezeichnung: Transceiver System Design)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Ergebnis der mündlichen Prüfung: 100% der Modulnote. Bei bestandener Prüfung wird die Note um eine Teilnotenstufe (z.B. von 2,0 auf 1,7) verbessert, wenn Sie mindestens 75% der Hausaufgaben einschließlich der Rechnerübungen erfolgreich absolviert haben. Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben. Ein Bonus wird nur berücksichtigt, wenn die Prüfung auch ohne ihn bestanden ist.

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Jörn Thielecke

Organisatorisches:

Lehrveranstaltung ist im Masterstudium verankert, kann aber ins Bachelorstudium vorgezogen werden. (Wahl- oder Wahlpflichtfach), Pflichtfach für MSc EEI mit Vertiefung Mikroelektronik.

Bemerkungen:

Übung und Vorlesung abwechselnd in 14.-tägigen Modus

Modulbezeichnung:	**Halbleitertechnik I - Bipolartechnik (HL I - Bipolar)** (Bipolar Technology)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jörg Schulze	
Lehrende:	Jörg Schulze, Jannik Schwarberg	

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

Lehrveranstaltungen:

Halbleitertechnik I - Bipolartechnik (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Jörg Schulze)
Übungen zu Halbleitertechnik I - Bipolartechnik (SS 2022, Übung, 2 SWS, Jannik Schwarberg)

Empfohlene Voraussetzungen:

Kenntnisse aus den Vorlesungen Halbleiterbauelemente und HLT I - Technologie Integrierter Schaltungen von Vorteil

Inhalt:

- Beschreibung eines psn-Übergangs im thermodynamischen Gleichgewicht (Raumladungszonen, Poisson-Gleichung, Depletion-Näherung und Built-in-Spannung),
- Beschreibung eines psn-Übergangs im Nicht-Gleichgewicht (I-U-Charakterisitik des idealen pn-Übergangs, Rekombinationsmechanismen in pn-Übergängen, I-U-Charakterisitik des realen pn-Übergangs, Durchbruchmechanismen in pn-Übergängen),
- Dioden-Spezialformen: Schottky-Diode und Ohmscher Kontakt, Z-Dioden (Zener-Diode und Avalanche-Diode), IMPATT-Diode (Impact-Ionization-Avalanche-Transit-Time-Diode), Gunn-Diode, Uni-Tunneldiode, Esaki-Tunneldiode, Shockley-Diode, DIAC (Diode for Alternating Current),
- Aufbau und Funktionsweise von Bipolar- und Heterobiplartransistoren: Ideales und reales Verhalten und Hochfrequenzbetrieb,
- Thyristor und lichtgezündeter Thyristor, TRIAC (Triode for Alternating Current).

Als Ausblick wird zum Schluss der Vorlesung auf Leistungsbipolartransistoren mit isoliertem Gate wie dem Gate-Turn-Off-Thyristor (GTO-Thyristor) und dem Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)und auf BiCMOS-Schaltungen eingegangen.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden besitzen die Kenntnis und das Verständnis der mathematisch-physikalischen Grundlagen der Bauelement-Modellierung, kennen die ideale und die reale Funktionsweise und den Aufbau diverser Halbleiterdioden und haben ein umfassendes Verständnis vom Aufbau und vom idealen/ realen Verhalten eines Bipolar- und eines Heterobipolartransistors. Darüber hinaus kennen sie die prinzipielle Funktionsweise von Thyristoren und haben erste Grundkenntnisse von der Funktionsweise von Leistungsbipolartransistoren mit isoliertem Gate und von BiCMOS-Schaltungen (BiCMOS: Schaltungstechnik, bei der Bipolar- und Feldeffekttransistoren miteinander kombiniert werden). Außerdem kennen sie die prinzipiellen Herstellungsprozessabläufe moderner Bipolar- und BiCMOS-Prozesse.

Literatur:

- Schaumburg: Halbleiter, Teubner Verlag, 1991
- Löcherer: Halbleiterbauelemente, Teubner Verlag, 1992
- Thuselt: Physik der Halbleiterbauelemente, Springer Verlag, 2005
- Sze: Physics of Semiconductor Devices, John Wiley & Sons, 1981
- Roulsten: An Introduction to the Phys. of Sem. Devices, Oxford Univ. Press, 1999
- Chang: ULSI Devices, John Wiley & Sons, 2000

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Halbleitertechnik I - Bipolartechnik (HL I) (Prüfungsnummer: 25211)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

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

1. Prüfer: Jörg Schulze

Modulbezeichnung:	**Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1 (QE I - QTech1)** (Quantum Technologies 1)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Roland Nagy	
Lehrende:	Roland Nagy, Andre Pointner	

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

Lehrveranstaltungen:

Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1 (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Roland Nagy)
Übungen zu QE I - Quantentechnologien 1 (SS 2022, Übung, 2 SWS, Roland Nagy et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Mathematik (1 - 4) und Experimentalphysik (1 & 2) sollten abgeschlossen sein.

Inhalt:

Das Modul Quantentechnologien 1 vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik die physikalischen Grundlagen von Quantentechnologien. Die Quantentechnologie ist eine neue Forschungsrichtung, die das Potential besitzt, aktuelle Technologien zu revolutionieren. Es werden relevante Themen aus der Quantenmechanik in Bezug auf Anwendungen im Bereich der Quantensensorik, Quantenkommunikation und Quantencomputer dargestellt. Im Bereich der Quantenmechanik sollen Grundlagen sowie quantenmechanische Effekte vermittelt werden, die für das Verständnis von Quantentechnologien wichtig sind.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Verstehen

grundlegende physikalische Zusammenhänge der Quantenmechanik verstehen.

Anwenden

quantenmechanische Effekte mit Hilfe von Berechnungen beschreiben.

Analysieren

Themen der Quantentechnologien selbstständig analysieren.

Literatur:

- Haken, Herrmann & Wolf, Hans Christoph (2004): Atom- und Quantenphysik
- Nolting, Christoph (2009): Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik - Grundlagen

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Mikroelektronik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1 (Prüfungsnummer: 25311)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Roland Nagy

Modulbezeichnung:	**Antennen (Ant)** (Antennas)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Martin Vossiek	
Lehrende:	Jan Schür	

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

Lehrveranstaltungen:

Antennen (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Jan Schür)
Antennen Übung (WS 2021/2022, Übung, Tim Pfahler)

Empfohlene Voraussetzungen:

- Passive Bauelemente
- Elektromagnetische Felder I
- Hochfrequenztechnik

Inhalt:

- Einführung (Abstrahlung, Antennentypen, Anwendungsaspekte)
- Grundlagen (Ebene Wellen, Polarisation, Hertzscher Dipol, Kenngrößen)
- Linearantennen (Dipole, Linienquellen)
- Array-Antennen (Arrayfaktor, Verkopplung, Belegungsfunktionen)
- Strahlschwenkung (Phasengesteuerte Arrays, frequenzge-steuerte Arrays)
- Resonante Antennen (Babinets Prinzip, Schlitzantennen, Patch-Antennen)
- Aperturstrahler (Huygens Prinzip, Hornstrahler, Reflektor-antennen)
- Linsenantennen (Strahlenoptik, Linsentypen, künstliche Dielektrika)
- Numerische Berechnungsverfahren (FDTD-Methode, Simulationsbeispiele)
- Breitbandantennen (Winkelprinzip, Spiralantennen, Log.-Per. Antennen, Baluns)
- Systemanwendungen von Antennen (Diversity, Mobilfunk, Radarsysteme)
- Antennen-Messtechnik

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- lernen analytische und numerische Berechnungsmethoden für Antennen und Funkfelder kennen und anwenden.
- erwerben fundierte Kenntnisse über klassische und spezielle Antennenbauformen und deren Charakteristiken für unterschiedliche Anwendungsgebiete im Kommunikations- und Radarbereich.
- sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von einfachen Antennen, Gruppenantennen und Funkfeldern zu berechnen, darzustellen und zu bewerten.

Literatur:

- Kraus, Marhefka: Antennas for All Applications, International Edition, McGraw-Hill, Boston, 3rd Edition, 2002.
- Balanis: Antenna Theory, Analysis and Design, John Wiley &Sons, New York, 2nd Edition, 1997.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

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)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Antennen (Vorlesung mit Übung) (Prüfungsnummer: 60001)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

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

1. Prüfer: Jan Schür

Modulbezeichnung:	**EMV-Praktikum (P-EMV)** (Laboratory Electromagnetic Compatibility)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Daniel Kübrich	
Lehrende:	Daniel Kübrich	

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

Lehrveranstaltungen:

EMV-Praktikum (SS 2022, Praktikum, 3 SWS, Daniel Kübrich)

Inhalt:

Das Praktikum findet im lehrstuhleigenen EMV-Labor statt mit Test- und Messgeräten, die auch in der Industrie Verwendung finden. Die Teilnehmer lernen dabei:

- mit Messgeräten wie Spektrumanalysator und Messempfänger umzugehen
- Emissionstests mit diversen Sensoren und Antennen durchzuführen
- reproduzierbar und normgerecht zu messen
- typische Störquellen und Ausbreitungswege der Störungen aufzufinden
- die Effektivität verschiedener Entstörmaßnahmen einzuschätzen
- Entstörbauelemente und Schirme sinnvoll einzusetzen

Zur Erlangung des Scheins müssen 7 Versuche erfolgreich durchgeführt werden. Die Auswahl der Versuche wird mit den Betreuern abgestimmt.

Die Versuche im einzelnen:

- Funkstörspannungen
- Netzfilter
- Funkstörleistung
- Rahmenantenne
- E-Feld Messungen
- Schirmumg
- Kopplungen
- Störempfindlichkeit (Surge, Burst)
- Electrostatic Discharge (ESD)

Lernziele und Kompetenzen:

Nach erfolgreicher Teilnahme am EMV-Praktikum sind die Studierenden in der Lage

- mit Messgeräten wie Spektrumanalysator und Messempfänger umzugehen
- Emissionstests mit diversen Sensoren und Antennen durchzuführen
- reproduzierbar und normgerecht zu messen
- typische Störquellen und Ausbreitungswege der Störungen aufzufinden
- die Effektivität verschiedener Entstörmaßnahmen einzuschätzen
- Entstörbauelemente und Schirme sinnvoll einzusetzen

Literatur:

- Skript zur Vorlesung *Elektromagnetische Verträglichkeit*
- Versuchsbeschreibungen

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

EMV-Praktikum_ (Prüfungsnummer: 624171)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Zur Erlangung des Scheins müssen 7 Versuche durchgeführt werden. Die Auswahl der Versuche wird mit den Betreuern abgestimmt.

Prüfungssprache: Deutsch

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

1. Prüfer: Daniel Kübrich

Organisatorisches:

Vorlesung *Elektromagnetische Verträglichkeit*

Nähere Informationen sind im Sekretariat des Lehrstuhls erhältlich. Die Anmeldung zum Praktikum erfolgt im Sekretariat des Lehrstuhls.

Modulbezeichnung:	**Elektromagnetische Felder I (EMF I)** (Electromagnetic Fields I)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Klaus Helmreich	
Lehrende:	Klaus Helmreich	

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

Lehrveranstaltungen:

Elektromagnetische Felder I (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Klaus Helmreich et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Voraussetzung: Vektoranalysis, z.B. aus der Mathematik-VL im Grundstudium

Inhalt:

Im ersten Teil der Vorlesung „Elektromagnetische Felder“ wird zuerst der Begriff „Feld“ eingeführt, die speziell damit verbundenen mathematischen Methoden und Aussagen sowie die zugrundeliegenden physikalische Konzepte.

Anschließend wird die Formulierung der Grundaussagen der elektromagnetischen Feldtheorie aus Experimenten und theoretischen Überlegungen in heutiger mathematischer Darstellung nachvollzogen. Dabei werden historische und aktuelle Begriffsbildungen einander gegenübergestellt - Atombau der Materie und Relativität waren bei Aufstellung der Theorie noch nicht bekannt!

 Das Nachvollziehen des historischen Begriffsbildungs- und Erkenntnisprozesses erleichtert den Zugang zur Begrifflichkeit und mathematischen Formulierung der Theorie und damit deren Verständnis und „Vorstellbarkeit“.

In Kenntnis von Atombau der Materie und Relativität präzisiert die aktuelle Darstellung die Begriffe, wodurch deren Zahl reduziert werden kann.

Folgerungen aus der Theorie werden vorgestellt - insbesondere die Existenz elektromagnetischer Wellen und die Deutung von Licht als solcher. Exemplarisch werden wesentliche Eigenschaften eines technisch besonders relevanten Wellentyps - der ebenen harmonischen Welle - abgeleitet.

Phänomene in Materie im elektromagnetischen Feld werden aus atomistischer Sicht behandelt, was - zusammen mit der Festlegung der Maßeinheiten - zur aktuellen Begriffsbildung und Formulierung der Maxwell'schen Gleichungen (MG) führt.

Daraus wird das Verhalten von Feldern an Materialübergängen abgeleitet.

Als allgemeine Lösung der MG werden die elektromagnetischen Potentiale hergeleitet, ihre grundlegenden Eigenschaften erläutert und ihre Anwendung zur Lösung feldtheoretischer Fragestellungen dargestellt.

Inhalt und Gültigkeitsbereich der Theorie werden diskutiert.

Die Behandlung zeitlich konstanter elektrischer, magnetischer und Strömungsfelder - ihrer Entstehung und ihrer Eigenschaften - bildet den Abschluß des ersten Teils der Vorlesung.

In den Übungen wird der Stoff der Vorlesung durch die Anwendung auf konkrete wissenschaftliche und technische Problemstellungen und beispielartige Lösung von Standardproblemen vertieft. Weiteres Ziel der Übungen ist die Vorbereitung auf die schriftliche Prüfung.

Inhaltsübersicht:

- Felder: Physikalische Konzepte und mathematische Beschreibung
- Begriffe und Grundaussagen der elektromagnetischen Feldtheorie
- Folgerungen aus den Grundaussagen: Ausblick auf elektromagnetische Wellen
- Materie im Feld und Felder an Materialübergängen
- Die Potentiale des elektromagnetischen Felds
- Inhalt und Gültigkeitsbereich der elektromagnetischen Feldtheorie
- Zeitunabhängige Felder, Teil 1

Lernziele und Kompetenzen:

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- Begriffe und physikalische Konzepte der elektromagnetischen Feldtheorie zu erklären
- Vektoralgebraische und vektoranalytische Beziehungen und Umformungen zu verstehen und letztere auch vorzunehmen
- Kraftwirkungen im elektromagnetischen Feld zu verstehen und zu berechnen
- die Bedeutung von Feldgleichungen und Kontinuitätsgleichung zu verstehen
- Induktionsvorgänge zu verstehen und für einfache Situationen zu berechnen
- grundlegende Eigenschaften ebener elektromagnetischer Wellen zu beschreiben
- Phänomene elektrischer und magnetischer Felder in Materie und an Materialübergängen zu verstehen und zu beschreiben
- Felder und Potentiale einfacher Ladungs- und Stromdichteverteilungen z.B. mittels der Maxwell'schen Gleichungen, allgemeiner Lösungen der Poissongleichung oder aufgrund mathematischer Korrespondenzen zu berechnen
- den Gültigkeitsbereich der Theorie zu benennen

Literatur:

- Skript zur Vorlesung
- Übungsaufgaben mit Lösungen auf der Homepage
- Formelsammlung

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master 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:

Vorlesung Elektromagnetische Felder I (Prüfungsnummer: 25201)
(englische Bezeichnung: Electromagnetic Fields I)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023, 2. Wdh.: SS 2023
1. Prüfer: Klaus Helmreich

Bemerkungen:

Für Studienbeginner im SS 2011 und 2012 des Studiengangs EEI findet EMF I im 5. FS statt.

Modulbezeichnung:	**Elektromagnetische Felder II (EMF II)** (Electromagnetic Fields II)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Klaus Helmreich	
Lehrende:	Klaus Helmreich	

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

Lehrveranstaltungen:

Elektromagnetische Felder II (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Klaus Helmreich)
Übungen zu Elektromagnetische Felder II (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Gerald Gold)

Empfohlene Voraussetzungen:

EMF I und Vektoranalysis, z.B. aus der Mathematik-VL im Grundstudium

Inhalt:

Im zweiten Teil der Vorlesung „Elektromagnetische Felder“ wird zunächst die Behandlung zeitunabhängiger Felder fortgesetzt mit Aussagen zu Arbeit und Energie von Ladungen, Strömen und Feldern sowie mit der Gegenüberstellung spezieller Aussagen für zeitunabhängige Felder mit den allgemeingültigen Beziehungen.
Beginnend mit dem Energietransport im elektromagnetischen Feld wird sodann der allgemeine Fall zeitlich veränderlicher Felder und deren Verhalten in oder an Materie behandelt.
Phänomene zeitveränderlicher Felder unter verschiedenen Bedingungen, wie Wellenerscheinungen und Wellenausbreitung in unterschiedlichen Medien an Grenzflächen und Materialübergängen, bilden den Hauptteil des zweiten Teils der Vorlesung.
In den Übungen wird der Stoff der Vorlesung durch die Anwendung auf konkrete wissenschaftliche und technische Problemstellungen und beispielartige Lösung von Standardproblemen vertieft. Weiteres Ziel der Übungen ist die Vorbereitung auf die schriftliche Prüfung.
Inhaltsübersicht:

- Zeitunabhängige Felder, Teil 2
- Energietransport im elektromagnetischen Feld
- Elektromagnetische Wellen in homogenen Medien
- EM-Wellen: Arten und Eigenschaften
- Kenngrößen von EM-Wellen und ihrer Ausbreitungsbedingungen
- EM-Wellen an Materialübergängen: Reflexion und Brechung
- EM-Wellen an Materialübergängen: Inhomogenitäten und reale Oberflächen

Lernziele und Kompetenzen:

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- Drehmomente und Kräfte auf Ladungs- und Stromdichteverteilungen in homogenen und inhomogenen Feldern zu berechnen
- das Potential einer Ladungsverteilung durch Multipolentwicklung auszudrücken
- Ladungsdichte, Potential und elektrisches Feld an Leiteroberflächen zu beschreiben
- das Verfahren der Spiegelung bei der Berechnung elektromagnetischer Felder anzuwenden
- die Energie zeitunabhängiger Ladungs- und Stromdichteverteilungen sowie von Feldern zu berechnen
- den Energiefluß in elektromagnetischen Feldern über den Poynting-Vektor zu berechnen
- die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in homogenen verlustbehafteten Medien quantitativ zu beschreiben
- die Kenngrößen von Wellen und deren Ausbreitungsbedingungen sowie Verluste zu berechnen
- Feldstärken, Ausbreitungsrichtungen und Verluste bei Reflexion, Transmission und Brechung zu berechnen
- die Wellenausbreitung in inhomogenen Medien zu beschreiben.

Literatur:

- Skript zur Vorlesung
- Übungsaufgaben mit Lösungen

(beides über StudOn verfügbar)

- Bei EMF II handelt es sich um den zweiten Teil einer zweisemestrigen Kursvorlesung. Literaturempfehlungen sind daher bereits in den Unterlagen zu EMF I aufgeführt und beschrieben.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung Elektromagnetische Felder II (Prüfungsnummer: 25301)
(englische Bezeichnung: Lecture: Electromagnetic Fields II)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022, 2. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Klaus Helmreich

Bemerkungen:

Für Studienbeginner im SS 2011 und 2012 des Studiengangs EEI findet EMF II im 6. FS statt.

Modulbezeichnung:	**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)** (Electromagnetic Compatibility)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Daniel Kübrich	
Lehrende:	Daniel Kübrich	

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

Lehrveranstaltungen:

Elektromagnetische Verträglichkeit (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Daniel Kübrich)
Übungen zu Elektromagnetische Verträglichkeit (SS 2022, Übung, 2 SWS, Daniel Kübrich)

Inhalt:

Dieses Modul dient als Einführung in die grundlegende Problematik der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Es werden sowohl die Störemissionen, d.h. die Störaussendung auf Leitungen und als Abstrahlung als auch die Empfindlichkeit von elektronischen Geräten gegenüber den von außen kommenden Störungen betrachtet. Ausgehend von den in den unterschiedlichen Frequenzbereichen maximal zugelassenen Störpegeln werden neben den jeweils anzuwendenden Messverfahren insbesondere die technischen Möglichkeiten im Vordergrund stehen, die zur Reduzierung der Störemissionen bzw. zur Erhöhung der Störfestigkeit von Schaltungen beitragen.

Es werden konkrete Fragestellungen der EMV, wie z.B. Störpegel auf Leitungen, Koppelmechanismen, Störpegel von abgestrahlten Feldern usw. berechnet und aus den Ergebnissen Maßnahmen zur Verbesserung der EMV-Situation abgeleitet. Neben den Rechenübungen werden zu den folgenden Themen praktische Messungen vorgenommen:

- Symmetrische und asymmetrische Störströme
- Ersatzschaltbilder von Filterkomponenten
- Netzfilterdämpfung
- Koppelmechanismen
- Reduzierung von Feldern durch Schirmung / Spiegelung

Lernziele und Kompetenzen:

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- die Besonderheiten der EMV-Messtechnik zu verstehen,
- die aktuellen Normen zu verstehen und anzuwenden,
- die unterschiedlichen Koppelmechanismen zu verstehen und auf die Störprobleme in Schaltungen und Systemen anzuwenden,
- die Störsituation bei Schaltungen zu bewerten und Maßnahmen zur Entstörung zu entwickeln.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Leistungselektronik)

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)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Elektromagnetische Verträglichkeit_ (Prüfungsnummer: 65801)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023, 2. Wdh.: SS 2023
1. Prüfer: Daniel Kübrich

Modulbezeichnung:	**Grundlagen der Elektrotechnik I (GET I)** (Fundamentals of Electrical Engineering I)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Bernd Witzigmann	
Lehrende:	Bernd Witzigmann	

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

Lehrveranstaltungen:

Grundlagen der Elektrotechnik I (WS 2021/2022, Vorlesung, 4 SWS, Bernd Witzigmann)
Übungen zu Grundlagen der Elektrotechnik I (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Anne-Christine Leicht et al.)

Inhalt:

Diese Vorlesung bietet einen Einstieg in die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik. Ausgehend von beobachtbaren Kraftwirkungen zwischen Ladungen und zwischen Strömen wird der Begriff des elektrischen und magnetischen Feldes eingeführt. Mit den daraus abgeleiteten integralen Größen Spannung, Strom, Widerstand, Kapazität und Induktivität wird das Verhalten der passiven Bauelemente diskutiert. Am Beispiel der Gleichstromschaltungen werden die Methoden der Netzwerkanalyse eingeführt und Fragen nach Wirkungsgrad und Zusammenschaltung von Quellen untersucht. Einen Schwerpunkt bildet das Faraday'sche Induktionsgesetz und seine Anwendungen. Die Bewegungsinduktion wird im Zusammenhang mit den Drehstromgeneratoren betrachtet, die Ruheinduktion wird sehr ausführlich am Beispiel der Übertrager und Transformatoren diskutiert. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Behandlung zeitlich periodischer Vorgänge. Die komplexe Wechselstromrechnung bei sinusförmigen Strom- und Spannungsformen wird ausführlich behandelt.

1. Physikalische Grundbegriffe
2. Das elektrostatische Feld
3. Das stationäre elektrische Strömungsfeld
4. Einfache elektrische Netzwerke
5. Das stationäre Magnetfeld
6. Das zeitlich veränderliche elektromagnetische Feld
7. Wechselspannung und Wechselstrom

Lernziele und Kompetenzen:

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- den Begriff des Feldes zu verstehen,
- Gleich- und Wechselstromschaltungen mit Widerständen, Kapazitäten, Induktivitäten und Transformatoren zu entwickeln,
- Schwingkreise und Resonanzerscheinungen zu analysieren,
- Energie- und Leistungsberechnungen durchzuführen,
- Schaltungen zur Leistungsanpassung und zur Blindstromkompensation zu bewerten,
- das Drehstromsystem zu verstehen.

Literatur:

- M. Albach, Elektrotechnik, Pearson Verlag
- Manfred Albach: Grundlagen der Elektrotechnik I und II, Pearson-Verlag
- Übungsaufgaben mit Lösungen auf der Homepage
- Optional: Übungsbuch, Pearson-Verlag

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Elektrische Energie- und Antriebstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "247#56#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung Grundlagen der Elektrotechnik I (Prüfungsnummer: 25601)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Bernd Witzigmann

Modulbezeichnung:	**Grundlagen der Elektrotechnik II (GET II)** (Principles of Electrical Engineering II)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Klaus Helmreich	
Lehrende:	Klaus Helmreich	

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

Lehrveranstaltungen:

Grundlagen der Elektrotechnik II (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Klaus Helmreich)
Grundlagen der Elektrotechnik II Übung (SS 2022, Übung, 2 SWS, Gerald Gold)

Empfohlene Voraussetzungen:

- Grundlagen der Elektrotechnik 1
- Mathematik I
- Mathematik II (begleitend)

Inhalt:

Diese Veranstaltung stellt den zweiten Teil einer 3-semestrigen Lehrveranstaltung über Grundlagen der Elektrotechnik für Studierende der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik im Grundstudium dar. Inhalt ist die Analyse elektrischer Grundschaltungen und Netzwerke aus konzentrierten Bauelementen bei sinus- und nichtsinusförmiger harmonischer Erregung.

Nach kurzer Einführung in die komplexe Wechselstromrechnung und den Umgang mit elementaren elektrischen Bauelementen werden zunächst Spannungs- und Stromquellen und ihre Zusammenschaltung mit einer Last sowie die Leistungsübertragung von der Quelle zur Last betrachtet. Nach Herleitung und beispielhafter Anwendung von Methoden und Sätzen zur Berechnung und Vereinfachung elektrischer Schaltungen (Überlagerungssatz, Reziprozitätstheorem, äquivalente Schaltungen, Miller-Theorem etc.) werden zunächst 2-polige Netzwerke analysiert und in einem weiteren Kapitel dann allgemeine Verfahren zur Netzwerkanalyse wie das Maschenstromverfahren und das Knotenpotenzialverfahren behandelt. Die Berechnung der verallgemeinerten Eigenschaften von Zweipolfunktionen bei komplexen Frequenzen führt im verlustlosen Fall zur schnellen Vorhersagbarkeit des Frequenzverhaltens und zu elementaren Verfahren der Schaltungssynthese. Der nachfolgende Teil über mehrpolige Netzwerke konzentriert sich nach der Behandlung von allgemeinen Mehrtoren auf 2-Tore und ihr Verhalten, ihre verschiedenen Möglichkeiten der Zusammenschaltung und die zweckmäßige Beschreibung in verschiedenen Matrixdarstellungen (Impedanz-, Admittanz-, Ketten-, Hybridmatrix). Das Übertragungsverhalten von einfachen und verketteten Zweitoren wird am Beispiel gängiger Filterarten durchgesprochen und das Bode-Diagramm zur schnellen Übersichtsdarstellung eingeführt.

Nach allgemeiner Einführung der Fourierreihenentwicklung periodischer Signale wird die Darstellung von nicht sinusförmigen periodischen Erregungen von Netzwerken mittels reeller und komplexer Fourierreihen und die stationäre Reaktion der Netzwerke auf diese Erregung behandelt. Als mögliche Ursache für nichtsinusförmige Ströme und Spannungen in Netzwerken werden nichtlineare Zweipole mit ihren Kennlinienformen vorgestellt und auf die Berechnung des erzeugten Oberwellenspektrums eingegangen.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- besitzen spezialisiertes und vertieftes Wissen über die Umformung, Analyse und Synthese von einfachen und umfangreicheren Netzwerken bei sinus- und nichtsinusförmiger Erregung in komplexer Darstellung.
- können die im Inhalt beschriebenen Verfahren und Methoden der Netzwerkanalyse erklären und auf Schaltungsbeispiele anwenden.
- können Verfahren der Netzwerkanalyse hinsichtlich des Rechenaufwandes beurteilen und vergleichen.

Literatur:

Elektrotechnik, Albach, M., 2011.
Grundlagen der Elektrotechnik - Netzwerke, Schmidt, L.-P., Schaller, G., Martius, S., 2013.
(bisher: Grundlagen der Elektrotechnik 3, Schmidt, L.-P., Schaller, G., Martius, S., 2006.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Elektrische Energie- und Antriebstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "247#56#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Grundlagen der Elektrotechnik II (Prüfungsnummer: 25701)
(englische Bezeichnung: Foundations of Electrical Engineering II)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Hilfsmittel: Alle, soweit nicht durch die Prüfungsordnung ausgeschlossen
Gemäß Corona-Satzung wird als alternative Prüfungsform festgelegt: digitale Fernprüfung von 30 Minuten Dauer mittels ZOOM.

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Klaus Helmreich

Organisatorisches:

Siehe UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!

Modulbezeichnung:	**Grundlagen der Elektrotechnik III (GET III)** (Fundamentals of Electrical Engineering III)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Philipp Beckerle	
Lehrende:	Philipp Beckerle	

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

Lehrveranstaltungen:

Grundlagen der Elektrotechnik III (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Philipp Beckerle)
Übungen zu Grundlagen der Elektrotechnik III (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Helen Groll et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Grundlagen der Elektrotechnik I und II

Inhalt:

- Umfang und Bedeutung der elektrischen Messtechnik
- Die Grundlagen des Messens
- Fourier-Transformation
- Laplace-Transformation
- Netzwerkanalyse im Zeit- und Laplace-Bereich
- Übertragungsfunktion und Bode-Diagramm
- Nichtlineare Bauelemente, Schaltungen und Systeme
- Operationsverstärker
- Messverstärker
- Messfehler
- Messung von Gleichstrom und Gleichspannung
- Ausschlagbrücken
- Abgleichbrücken, Messung von elektrischen Impedanzen

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- ordnen die behandelten Verfahren gemäß ihrer Eignung für spezifische Probleme (Zeit-/Frequenzbereich, Linear/Nichtlinear) ein.
- wählen geeignete Verfahren zur Analyse elektrischer Netzwerke aus und wenden diese an.
- interpretieren die Ergebnisse und zeigen Zusammenhänge zwischen den Lösungsverfahren auf.
- kennen einfache Grundschaltungen mit Operationsverstärkern und sind in der Lage, diese zu analysieren.
- kennen die behandelten Messschaltungen und ihre Einsatzmöglichkeiten.
- analysieren Brückenschaltungen.
- wenden grundlegende Konzepte der Messfehlerrechnung auf Messschaltungen an.
- reflektieren selbstständig den eigenen Lernprozess und nutzen die Präsenzzeit zur Klärung der erkannten Defizite.

Literatur:

Lehrbuch: „Elektrische Messtechnik“, R. Lerch, 7. Aufl. 2016, Springer-Verlag
Übungsbuch: „Elektrische Messtechnik - Übungen“, R. Lerch, M. Kaltenbacher, F. Lindinger, A. Sutor, 2. Aufl. 2005, Springer-Verlag

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "247#56#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Grundlagen der Elektrotechnik III (Prüfungsnummer: 25801)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Philipp Beckerle

Modulbezeichnung:	**Hochfrequenztechnik (HF)** (Microwave Technology)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Martin Vossiek	
Lehrende:	Martin Vossiek	

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

Lehrveranstaltungen:

Hochfrequenztechnik (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Martin Vossiek)
Hochfrequenztechnik Übung (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Lukas Engel)

Empfohlene Voraussetzungen:

Empfohlene Voraussetzungen:

- Passive Bauelemente
- Elektromagnetische Felder I

Inhalt:

Nach einer Einführung in die Frequenzbereiche und Arbeitsmethoden der Hochfrequenztechnik werden die Darstellung und Beurteilung linearer n-Tore im Wellen-Konzept systematisch hergeleitet und Schaltungsanalysen in der Streumatrix-Darstellung durchgeführt. Bauelemente wie Dämpfungsglieder, Phasenschieber, Richtungsleitungen, Anpassungstransformatoren, Resonatoren und Mehrkreisfilter sowie Richtkoppler und andere Verzweigungs-n-Tore erfahren dabei eine besondere Behandlung, insbesondere in Duplex- und Brückenschaltungen. Rauschen in Hochfrequenzschaltungen wirkt vor allem in Empfängerstufen störend und ist zu minimieren. Antennen und Funkfelder mit ihren spezifischen Begriffen, einschließlich der Antennen- Gruppen bilden einen mehrstündigen Abschnitt. Abschließend werden Hochfrequenzanlagen, vor allem Sender- und Empfängerkonzepte in den verschiedenen Anwendungen wie Rundfunk, Richtfunk, Satellitenfunk, Radar und Radiometrie vorgestellt und analysiert.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- erwerben fundierte Kenntnisse über die typischen passiven HF-Bauelemente sowie den Umgang mit Streuparametern und die Analyse von HF-Schaltungen.
- lernen Antennenkonzepte und elementare Berechnungsmethoden für Antennen, Funkfelder, Rauschen und HF-Systeme kennen.
- sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von HF-Bauelementen und Baugruppen sowie Antennen und einfachen HF-Systemen zu berechnen und zu bewerten.

Literatur:

Zinke, O.,Brunswig, H.: Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, Band 1, 6. Auflage. Springer-Verlag: Berlin (2000).
Voges, E.: Hochfrequenztechnik. Hüthig Verlag (2004)

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Informationstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "247#56#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "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)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Hochfrequenztechnik (Prüfungsnummer: 27201)
(englische Bezeichnung: Microwave Engineering)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022, 2. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Martin Vossiek

Modulbezeichnung:	**Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (ISF)** (Integrated Circuits for Wireless Technologies)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Christopher Söll	
Lehrende:	Christopher Söll, Albert-Marcel Schrotz	

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

Lehrveranstaltungen:

Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Robert Weigel)
Übungen zu Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Albert-Marcel Schrotz)

Inhalt:

- Transceiver-Architekturen
- Hochfrequenzaspekte
- Tranistoren und Technologien
- Passive Bauelemente und Netzwerke
- Rauscharme Vorverstärker
- Mischer
- Oszillatoren
- Phasenregelschleifen und Synthesizer
- Messtechnische Grundlagen

Lernziele und Kompetenzen:

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- Den Aufbau sowie Vor-und Nachteile von Transceiver-Architekturen zu verstehen
- Hochfrequenzaspekte von Transistoren und Schaltungen zu analysieren
- Geeignete Integrationstechnologien auszuwählen
- Passive Bauelemente und Netzwerke zu verstehen und anzuwenden
- Schaltungstopologien rauscharmer Vorverstärker, Mischer,Oszillatoren anzuwenden und zu analysieren

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (Prüfungsnummer: 62601)
(englische Bezeichnung: Integrated Circuits for Wireless Technologies)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Robert Weigel

Modulbezeichnung:	**Mechatronic components and systems (MCS)** (Mechatronic components and systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Philipp Beckerle	
Lehrende:	Philipp Beckerle	

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

Lehrveranstaltungen:

Mechatronic components and systems (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Philipp Beckerle et al.)
Mechatronic components and systems (UE) (SS 2022, Übung, 2 SWS, Rodrigo Velasco Guillen)

Inhalt:

- System thinking and integration
- Interactions of hardware and software
- Engineering design methods
- Mechanical components
- Energy conductors and transformers
- Control elements and energy storages
- Actuators
- Electrodynamical and electromagnetic actuators
- Fluid actuators and unconventional actuators
- Sensors for measuring mechanical quantities
- Control and information processing

Lernziele und Kompetenzen:

On successful completion of this module, students will be able to:

- Holistically understand mechatronic systems and optimize them using methods of system integration, control, and information processing.
- Grundlegende mechanische Komponenten unterscheiden, charakterisieren, modellieren und im Rahmen des Systementwurfs auswählen und dimensionieren.
- Distinguish, characterize, model, and select basic mechanical components to dimension them in terms of system design.
- Describe electrodynamic, electromagnetic, fluid power, and unconventional actuators phenomenologically and mathematically to dimension them considering the overall system.
- Describe sensors for measuring mechanical quantities phenomenologically and mathematically and dimension them taking into account the overall system.

Literatur:

- Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker.
- Isermann, R. (2007). Mechatronische Systeme: Grundlagen. Springer.
- Janocha, H. (Ed.). (2013). Aktoren: Grundlagen und Anwendungen. Springer

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Mechatronic components and systems (MCS) (Prüfungsnummer: 23471)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

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

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

1. Prüfer: Philipp Beckerle

Modulbezeichnung:	**Optische Übertragungstechnik (OPÜT)** (Optical Communication Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Bernhard Schmauss	
Lehrende:	Bernhard Schmauss	

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

Lehrveranstaltungen:

Optische Übertragungstechnik (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Bernhard Schmauss)
Optische Übertragungstechnik Übung (SS 2022, Übung, 2 SWS, Benedikt Beck et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Komponenten optischer Kommunikationssysteme hilfreich aber nicht obligatorisch

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

Komponenten optischer Kommunikationssysteme

Inhalt:

Kommerzielle Optische Kommunikationssysteme erreichen pro Faser Übertragungskapazitäten von mehreren Tbit/s. Im Labor wurden mehr als 100Tbit/s nachgewiesen. Die Realisierung derartiger Systeme setzt die Beherrschung verschiedenster Techniken der optischen Übertragungstechnik voraus. In der Vorlesung werden Techniken des Zeitbereichs - (TDM) und Wellenlängenmultiplex (WDM), aber besonders auch der Auslegung der Übertragungsstrecke (Link Design) auf der Basis entsprechender physikalischer und signaltheoretischer Grundlagen behandelt und vertieft. Dabei werden Verfahren besprochen, die sicherstellen, dass sowohl die Signalverzerrungen durch lineare und nichtlineare Fasereffekte als auch die Akkumulation des Verstärkerrauschens begrenzt bleiben. Es wird ausführlich die Systemoptimierung hinsichtlich des optischen Signal-Rausch-Verhältnisses (OSNR) diskutiert sowie auf Techniken des Dispersions- und Nichtlinearitätsmanagements (z.B. Solitonenübertragung) eingegangen. Hierbei wird dem Themenkomplex einer optimalen Streckenauslegung besonders eingehend behandelt. In der Folge werden verschiedene, gebräuchliche Modulationsverfahren einschließlich kohärenter Übertragungsverfahren behandelt, die in neueren Systemen eingesetzt und in experimentellen Systemen getestet werden. Eine Besprechung optischer Verfahren zur Signalregeneration bildet die Brücke zu aktuellen eigenen Forschungsarbeiten.

Die vermittelten Grundlagen werden in der Übung zur Vorlesung durch praxisnahe und anschauliche Simulationsbeispiele vertieft.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- besitzen spezialisiertes und vertieftes Wissen über die Konzeption und Struktur verschiedener optischer Übertragungssysteme.
- können die Qualität optischer Datensignale im Kontext verschiedener Systemkonzepte vergleichen und bewerten
- sind in der Lage Streckenauslegungen zu entwickeln und zu optimieren.
- besitzen methodische Kenntnis zur Bestimmung und Verbesserung der Leistungsfähigkeit optischer Übertragungsstrecken unter Einbeziehung aktueller wissenschaftlicher Ergebnisse.

Literatur:

Agrawal, G.P.: Fiber-Optic Communication Systems, John Wiley & Sons, 1997
Agrawal, G.P.: Nonlinear Fiber Optics, John Wiley & Sons, 3. Auflage, 2001
Kaminow, I, Koch, T.: Optical Fiber Telecommunications IVA, Academic Press, 2002
Skriptum zur Vorlesung Kaminow, I, Li, T., Willner,A.: Optical Fiber Telecommunications VA, Academic Press, 2008

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "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)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Optische Übertragungstechnik (Prüfungsnummer: 24001)
(englische Bezeichnung: Optical Communication Systems)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023, 2. Wdh.: SS 2023
1. Prüfer: Bernhard Schmauss

Organisatorisches:

Siehe UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!

Modulbezeichnung:	**Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten (PB)** (Passive Components and their RF properties)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Martin Vossiek	
Lehrende:	Martin Vossiek	

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

Lehrveranstaltungen:

Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Martin Vossiek)
Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten Übung (SS 2022, Übung, 2 SWS, Marcel Hoffmann)

Empfohlene Voraussetzungen:

- Grundlagen der Elektrotechnik 1-2
- Mathematik 1-3
- Werkstoffkunde
- Elektromagnetische Felder I (begleitend)

Inhalt:

Das Modul beschäftigt sich mit den elementaren passiven Bauelementen der Elektrotechnik und ihren hochfrequenztechnischen Eigenschaften. Neben der Theorie und den Eigenschaften der passiven Bauelemente werden wichtige anwendungsspezifische Aspekte behandelt. Zunächst werden der Aufbau und die Eigenschaften sowie die Frequenzabhängigkeit realer Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Übertrager und Resonanzelemente behandelt. Als Basis hierzu werden der Skineffekt und die Polarisationsmechanismen in dielektrischen bzw. magnetischen Medien thematisiert. Die Eigenschaften der elektrischen Leitung - als Beispiel für ein elektromagnetisches Bauelement, das in wenigstens einer Dimension größer als die Wellenlänge ist - bilden einen weiteren Bestandteil. In diesem Rahmen werden die Leitungstheorie der Lecherleitung und der Einsatz von Leitungen als Transformationselement behandelt. Als Hilfsmittel für Leitungstransformationen wird das Smith-Chart eingeführt, welches zur Bearbeitung von Schaltungsaufgaben eingesetzt wird. Des Weiteren werden die Eigenschaften und Anwendungen gängiger hochfrequenztauglicher Wellenleiter, wie z. B. koaxiale oder planare Wellenleiter, behandelt. Abschließend werden die Wellengrößen und die Streuparameterdarstellung zur Beschreibung hochfrequenter elektrischer Komponenten und Netzwerke eingeführt.

Lernziele und Kompetenzen:

Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls kennen und verstehen die Studierenden die HF-Eigenschaften von realen konzentrierten Bauelementen sowie von elektromagnetischen Wellenleitern und deren Zusammenschaltungen und können die zuvor genannten passiven Bauelemente anhand ihrer Kenngrößen bewerten. Sie sind zudem in der Lage, die Kenngrößen und die frequenzabhängigen Übertragungseigenschaften von konzentrierten Bauelementen, von Wellenleitern und von einfachen Zusammenschaltungen zu berechnen.

Literatur:

[1] Frank Gustrau, Hochfrequenztechnik: Grundlagen der mobilen Kommunikationstechnik, Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 1. Auflage, 2011
[2] Zinke, 0., Brunswig, H., Hochfrequenztechnik, Band 1, Springer Verlag, Berlin, 6. Auflage, 2000
[3] Meinke, H., Gundelach, F. W., Lange, K., Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer Verlag, Berlin, 5. Auflage, 1992
[4] Rizzi, P. A., Microwave Engineering, Passive Circuits Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1988
[5] Pozar, D. M., Microwave Engineering John Wiley & Sons, New York, 2. Auflage, 1998

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "247#56#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten (Vorlesung mit Übung) (Prüfungsnummer: 26101)
(englische Bezeichnung: Passive Components and their RF properties)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023, 2. Wdh.: SS 2023
1. Prüfer: Martin Vossiek

Organisatorisches:

Siehe UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!

Modulbezeichnung:	**Photonik 1 (Pho1)** (Photonics 1)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Bernhard Schmauss	
Lehrende:	Bernhard Schmauss	

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

Lehrveranstaltungen:

Photonik 1 (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Bernhard Schmauss)
Photonik 1 Übung (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Max Köppel)

Empfohlene Voraussetzungen:

Empfohlen werden Kenntnisse im Bereich:
- Experimentalphysik, Optik
- Elektromagnetische Felder
- Grundlagen der Elektrotechnik

Inhalt:

Es werden umfassend die technischen und physikalischen Grundlagen des Lasers behandelt. Der Laser als optische Strahlquelle stellt eines der wichtigsten Systeme im Bereich der optischen Technologien dar. Ausgehend vom Helium-Neon-Laser als Beispielsystem werden die einzelnen Elemente wie aktives Medium und Resonatoren eines Lasers sowie die ablaufenden physikalischen Vorgänge eingehend behandelt. Es folgt die Beschreibung von Laserstrahlen und ihrer Ausbreitung als Gauß-Strahlen sowie Methoden zur Beurteilung der Strahlqualität. Eine Übersicht über verschiedene Lasertypen wie Gaslaser, Festkörperlaser und Halbleiterlaser bietet einen Einblick in deren charakteristische Eigenschaften und Anwendungen. Vervollständigt wird die Vorlesung durch die grundlegende Beschreibung von Lichtwellenleitern, Faserverstärkern und halbleiterbasierten optoelektronischen Bauelementen wie Leuchtdioden und Photodioden.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden
- können Grundlagen der Physik des Lasers darlegen.
- verstehen Eigenschaften und Beschreibungsmethoden von laseraktiven Medien, der stimulierte Strahlungsübergänge, der Ratengleichungen, von optischen Resonatoren und von Gauß-Strahlen.
- können verschiedene Lasertypen aus dem Bereichen Gaslaser, Festkörperlaser und Halbleiterlaser erklären und vergleichen.
- können grundlegende Eigenschaften von Lichtwellenleiter und Lichtwellenleiterbauelementen erklären und skizzieren.
- verstehen Aufbau und Funktionsweise ausgewählter optoelektronischer Bauelemente.
- können grundlegende Fragestellung der Lasertechnik eigenständig bearbeiten, um Laserstrahlquellen weiterzuentwickeln und Lasertechnik und Photonik in einer Vielzahl von Anwendungen in Bereichen wie Medizintechnik, Messtechnik, Übertragungstechnik, Materialbearbeitung oder Umwelttechnik einzusetzen.

Literatur:

Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2010.
Reider, G.A.: Photonik. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.
Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 2004.
Saleh, B., Teich, M.C.: Grundlagen der Photonik. 2. Auflage, Wiley-VCH 2008.
Träger, F. (Editor): Springer Handbook of Lasers and Optics, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik |

Allgemeine Elektrotechnik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Photonik 1 (Prüfungsnummer: 23901)
(englische Bezeichnung: Photonics 1)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022, 2. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Bernhard Schmauss

Modulbezeichnung:	**Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 1 (PR HF1)** (Microwave Technology Laboratory)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Martin Vossiek	
Lehrende:	Jan Schür	

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

Lehrveranstaltungen:

Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik (WS 2021/2022, Praktikum, 3 SWS, Jan Schür)

Inhalt:

In Kleingruppen zu 2-3 Studierenden werden neun Versuche zu folgenden Themen der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik durchgeführt:

- Darstellung und Messung von HF-Signalen
- Wellenausbreitung und Reflexionsfaktormessung
- Streuparametermessung
- Netzwerkanalyse
- Anpassungs-Transformatoren
- Antennen und Strahlungsfelder
- Nichtreziproke Bauelemente
- HF-Resonatoren

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 1, zu HF-Messtechnik, Antennen und weiteren passiven HF-Bauteilen durch vorlesungsbegleitende Experimente anwenden und vertiefen.
- analysieren mit modernster HF-Messtechnik und - Methoden passive Schaltungen und Komponenten
- sind in der Lage, wichtige Bauelemente wie z. B. Filter und Antennen zu evaluieren und zu bewerten
- erhalten einen praktischen Einblick in die wichtigsten Arbeitsgebiete der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik.

Sie sind damit in der Lage, grundlegende HF-Systeme, die als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik gelten, in der Praxis einzusetzen und zu evaluieren. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für Radaranwendungen, in einer Vielzahl von drahtlosen Kommunikationsanwendungen, im Automobilbereich und im industriellen Umfeld der HF-Messgeräteentwicklung.

Literatur:

Zinke, O.,Brunswig, H.: Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, Band 1, 6. Auflage. Springer-Verlag: Berlin (2000).

Voges, E.: Hochfrequenztechnik. Hüthig Verlag (2004)

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Praktikum Hochfrequenztechnik / Mikrowellentechnik 1 (Prüfungsnummer: 51921)
(englische Bezeichnung: Microwave Technology Laboratory)

Prüfungsleistung, Praktikumsleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Durchführung der Laborversuche (60%), Auswertung der Versuchsergebnisse (20%) und Dokumentation (20%)
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Martin Vossiek

Organisatorisches:

Das Praktikum kann parallel zur Vorlesung Hochfrequenztechnik besucht werden. In zwei Vormittagsgruppen von 8.00 Uhr - 12.00 Uhr und zwei Nachmittagsgruppen von 14.00 Uhr - 18.00 Uhr kann der Vorlesungsstoff durch praktische Versuche ergänzt und vertieft werden (vorläufige Termine, endgültige Festlegung in der Vorbesprechung!).

Modulbezeichnung:	**Praktikum Photonik/Lasertechnik 1 (PR Pho 1)** (Photonics 1 Laboratory)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Bernhard Schmauss	
Lehrende:	Rainer Engelbrecht	

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

Lehrveranstaltungen:

Praktikum Photonik/Lasertechnik 1 (WS 2021/2022, Praktikum, 3 SWS, Jasper Podschus et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Voraussetzung: Photonik 1, kann auch parallel gehört werden.

Inhalt:

In kleinen Gruppen zu 2-3 Studierenden werden zehn Versuche zu folgenden Themen der Lasertechnik und Photonik durchgeführt:

- **Geometrische Optik** - Fresnelgesetze - Chromatische Aberration
- **Kohärente Optik** - Beugung - Optische 2D-Fouriertransformation - Raumfilterung
- **HeNe-Laser** - Aktives Medium - Anschwingbedingung - Spektrum
- **Gaußstrahl** - TEM00 - Abbildung durch Linsen
- **Laser-Resonatoren** - g-Parameter - Stabilitätsbereich
- **Strahlqualität** - Multimode-Laser - Strahlparameterprodukt - Strahlprofil-Kamera
- **CO2-Laser** - Gitterabstimmung - Spektrallinien - Materialbearbeitung
- **Laserdioden** - FP,DFB,LED - Kennlinien - Abstrahlung - Spektrum
- **Faseroptik** - Fasertypen - Moden - Dämpfung
- **Singlemodefasern** - Fusionsspleißen - Laser einkoppeln

Durch das Praktikum können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Photonik 1, zu Lasern und Photonik durch vorlesungsbegleitende Experimente vertieft werden. Dies ist die Voraussetzung, um grundlegende laserbasierte Systeme in der Praxis einzusetzen, für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für die Präzisionsmesstechnik, in der industriellen Materialbearbeitung, in der Bioanalytik, für die Medizintechnik, in Geräten der Unterhaltungselektronik oder in der optischen Nachrichtentechnik.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- verstehen aufgrund praktischer Experimente Aufbau und Funktion grundlegender optischer, faseroptischer und photonischer Komponenten
- können die genannten Komponenten und Systeme sowie Laser anwendungsnah handhaben und anwenden.
- können photonische Messmethoden in der Praxis erproben und charakterisieren.
- können durch praktische Erfahrung Eigenschaften unterschiedlicher Lichtwellenleiter und Laser vergleichen und einschätzen.

Literatur:

Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2010.
Reider, G.A.: Photonik. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.
Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 2004.
Saleh, B., Teich, M.C.: Grundlagen der Photonik. 2. Auflage, Wiley-VCH 2008.
Träger, F. (Editor): Springer Handbook of Lasers and Optics, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Praktikum Photonik/Lasertechnik 1 (Prüfungsnummer: 242643)
(englische Bezeichnung: Photonics 1 Laboratory)

Studienleistung, Praktikumsleistung
weitere Erläuterungen:
Durchführung der Laborversuche (60%), Auswertung der Versuchsergebnisse (20%) und Dokumentation (20%)

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Bernhard Schmauss

Modulbezeichnung:	**Sensorik (Sen)** (Sensors)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Philipp Beckerle	
Lehrende:	Philipp Beckerle	

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

Lehrveranstaltungen:

Sensorik (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Philipp Beckerle)
Übungen zu Sensorik (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Helen Groll et al.)

Inhalt:

- Einführung in die Sensorik
- Wandlerprinzipien
- Sensor-Parameter
- Sensor-Technologien
- Messung mechanischer Größen
- Chemo- und Biosensoren

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- geben die Grundbegriffe und -strukturen der Sensorik und Aktorik wieder
- klassifizieren Sensoren anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte
- beschreiben, skizzieren und vergleichen die behandelten Wandlerprinzipien und Technologien zur Herstellung von Sensoren
- kennen die behandelten Sensor-Parameter und beurteilen Sensoren anhand dieser
- beschreiben und charakterisieren die behandelten Sensoren zur Messung mechanischer Größen
- analysieren Elemente der Sensor- und Aktortechnik sowie Schaltungen zur Weiterverarbeitung und Auswertung von Messgrößen
- zeigen mögliche Fehlerquellen der Sensorik auf und arbeiten Strategien zur Minimierung der Fehler aus

Literatur:

Begleitende Literatur: Skriptum zur Vorlesung

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Allgemeine Elektrotechnik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Sensorik (Prüfungsnummer: 26701)
(englische Bezeichnung: Sensors)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022, 2. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Philipp Beckerle

Modulbezeichnung:	**Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (BKE)** (Equipment and components of electrical energy systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Matthias Luther	
Lehrende:	Matthias Luther	

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

Lehrveranstaltungen:

Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Matthias Luther)

Übungen zu Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Assistenten)

Empfohlene Voraussetzungen:

- Grundlagen der elektrischen Energieversorgung

Inhalt:

"Betriesbmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme" beschäftigt sich mit den Betriebsmitteln und Komponenten elektrischer Energiesysteme.

Als Einleitung bekommen die Studierenden einen Überblick über die Struktur und den Aufbau der elektrischen Energieversorgung. Anschließend werden die notwendigen Berechnungsgrundlagen für die Modellierung der Komponenten erläutert.

Im Hauptteil werden die einzelnen Betriebsmittel der elektrischen Energieversorgung vorgestellt und auf die mathematische Modellierung ihres Verhaltens eingegangen.

Des Weiteren wird auf die Kriterien zur Dimensionierung von kompletten Anlagen, Komponenten und einzelnen Betriebsmitteln eingegangen. Abschließend werden die aktuellen Entwicklungen in der Leistungselektronik und Speichertechnik vorgestellt und erläutert.

Gliederung:

1. Einführung: Grundlagen elektrischer Energiesysteme
2. Berechnungsgrundlagen
3. Ersatzschaltungen und Kenndaten von Betriebsmitteln
   - Freileitungen
   - Kabel
   - Transformatoren
   - Generatoren
   - Lasten
   - Kompensationseinrichtungen
4. Aufbau und Komponenten von Schaltanlagen
5. Bemessung und Auslegung von Anlagen und Betriebsmitteln
6. Leistungselektronische Komponenten
7. Speicher

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die charakteristischen Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme der Primär- und Sekundärtechnik (Freileitungen, Kabel, Transformatoren, Generatoren, Lasten, Kompensationsanlagen, Leistungselektronik, Speicher, Schutzgeräte und weitere),
- kennen die Grundsätze bei Planung und Betrieb von elektrischen Anlagen,
- verstehen den konstruktiven Aufbau und die grundlegenden Funktionen einzelner Betriebsmittel und Komponenten,
- verstehen das Zusammenwirken von Betriebsmitteln und Komponenten in elektrischen Energiesystemen,

- wenden die erworbenen Fähigkeiten zur elektrischen Nachbildung von Betriebsmitteln und Komponenten an,
- wenden die erworbenen Berechnungsgrundlagen in realitätsnahen Aufgabenstellungen an,
- wenden Bemessungsgrundlagen in Anwendungsfällen für Anlagen und Betriebsmittel an und
- können die Problemstellungen bei der Planung und dem Betrieb von elektrischen Anlagen verstehen und die Methoden der Lösung anwenden.

Literatur:

- Herold: Elektrische Energieversorgung II. Parameter elektrischer Stromkreise - Freileitungen und Kabel - Transformatoren, J. Schlembach Fachverlag, 2. Auflage, 2008 und 2010.
- Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 8. Auflage, 2016.
- Schwab, A.: Elektroenergiesysteme, Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie Springer-Verlag, 2.Auflage 2009.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Elektrische Energie- und Antriebstechnik)

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)", "Energietechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (Prüfungsnummer: 65111)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Matthias Luther

Modulbezeichnung:	**Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (BVE)** (Operational Behaviour of Electrical Energy Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Matthias Luther	
Lehrende:	Matthias Luther	

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

Lehrveranstaltungen:

Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Matthias Luther)
Übung zu Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (SS 2022, Übung, 2 SWS, Julian Richter)

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

Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme

Inhalt:

"Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme" beschäftigt sich mit den Grundlagen des Betriebsverhaltens elektrischer Energiesysteme. Der Schwerpunkt liegt auf der Auslegung und dem Betrieb elektrischer Übertragungsnetze. Dabei wird sowohl auf die Transportaufgabe des Systems als auch auf die Erbringung von Systemdienstleistungen eingegangen (z.B. Frequenz- und Spannungsregelung).
Zu Beginn bekommen die Studierenden einen Überblick über die Aufgaben der Systemanalyse von elektrischen Energieversorgungssystemen und es werden die notwendigen Grundlagen zur Durchführung von Netzberechnungen erläutert.
Anschließend werden Netze im stationären Betrieb betrachtet. Hierfür wird die Methodik der Leistungsfluss- und der Kurzschlussstromberechnung erläutert. In diesem Zusammenhang wird auch auf den Einfluss der Sternpunktbehandlung und Erdung eingegangen.
Weiterhin wird die Thematik der Systemstabilität behandelt, welche die Polradwinkel-, Spannungs- und Frequenzstabilität elektrischer Energiesysteme beinhaltet. Abschließend wird auf die Leistungs-Frequenz-Regelung und die Spannungsregelung elektrischer Energiesysteme behandelt.
Gliederung:
1. Aufgaben und Grundlagen der Systemanalyse
2. Grundlagen der Netzberechnung
3. Stationäre Netzberechnungen
4. Kurzschlussstromberechnung
5. Stabilität
6. Netzregelung und Systemführung

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden
- kennen die typischen Netzstrukturen elektrischer Energiesysteme,
- kennen die Grundlagen der Netzbetriebsführung,
- verstehen das grundsätzliche Verhalten elektrischer Energiesysteme im gestörten und ungestörten Betrieb,
- verstehen die Ursachen und Charakteristik von lokalen und überregionalen Ausgleichsvorgängen in elektrischen Energiesystemen,
- wenden ingenieurwissenschaftliche Herangehensweisen zur Untersuchung realer Szenarien an,
- analysieren die Erbringung von Systemdienstleistungen (Frequenzhaltung, Spannungshaltung, Versorgungswiederaufbau und Betriebsführung) in Verbundsystemen,
- analysieren systematisch das Systemverhalten mit Hilfe mathematischer Verfahren im stationären und dynamischen Betrieb,
- analysieren Ursachen des Systemverhaltens anhand von Aufzeichnungen aus dem Betrieb großer Verbundsysteme und
- analysieren Konzepte zur Verbesserung des Systemverhaltens elektrischer Energiesysteme.

Literatur:

- Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 8. Auflage, 2016.

- Schwab, A.: Elektroenergiesysteme, Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie Springer-Verlag, 2.Auflage 2009.
- Herold: Elektrische Energieversorgung III und IV, J. Schlembach Fachverlag, 2. Auflage, 2008 und 2003

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Elektrische Energie- und Antriebstechnik)

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)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (Prüfungsnummer: 65211)
(englische Bezeichnung: Operational Behaviour of Electrical Energy Systems)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Matthias Luther

Organisatorisches:

Für die Lehrveranstaltung werden die Inhalte der nachfolgend genannten Lehrveranstaltungen vorausgesetzt:

- Grundlagen der elektrischen Energieversorgung
- Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme

Modulbezeichnung:	**Elektrische Antriebstechnik I (EAM-E_Antriebe I-V)** (Electrical Drives (Part I))	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Ingo Hahn	
Lehrende:	Ingo Hahn	

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

Lehrveranstaltungen:

Elektrische Antriebstechnik I (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Ingo Hahn)
Übungen zu Elektrische Antriebstechnik I (SS 2022, Übung, 2 SWS, Marco Eckstein)

Empfohlene Voraussetzungen:

Vorlesung und Übung Leistungselektronik wird sehr empfohlen!

Inhalt:

1. Einleitung
Generelle Aspekte
Folgerungen für die Vorlesung Elektrische Antriebstechnik
Blockschaltbild eines Drehstromantriebssystems
2. Grundlagen
2.1 Motor und Lastmaschine
2.2 Übersicht der elektrischen Antriebe
3. Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen
4. Übersicht Drehstromantriebe
5. Stromrichter mit Gleichspannungs-Zwischenkreis (Drehstrom)
5.1 Variable Zwischenkreisspannung und blockförmige Motorspannung
5.2 Konstante Zwischenkreisspannung und sinusförmiger Motorstrom
5.3 Konstante Zwischenkreisspannung und blockförmiger Motorstrom
6. Netzgeführte Stromrichter
6.1 Netzgeführte Stromrichter für Gleichstromantriebe
6.2 Netzgeführte Stromrichter für Drehstromantriebe
6.2.1 Stromrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis
6.2.2 Direktumrichter
7. Andere Topologien
7.1 Matrixumrichter
7.2 Doppeltgespeiste Asynchronmaschine
8. Digitale Regelung und Steuerung (Hardware)
8.1 Blockschaltbild
8.2 Microcontroller
8.3 PLD, FPGA, ASIC
8.4 Zeitscheiben und Interrupt
8.5 Abtastung
9. Drehzahl- und Positionsgeber
9.1 Analogtacho
9.2 Impulsgeber
9.3 Resolver

Lernziele und Kompetenzen:

Ziel:
Die Studierenden sind in der Lage, die Baugruppen antriebstechnischer Systeme von der Mechanik über die Motoren und leistungselektronischer Stellglieder zu benennen und ihren Wirkzusammenhang zu beschreiben. Sie analysieren und berechnen Teilprobleme antriebstechnischer Systeme und erstellen abhängig von vorgegebenen Rahmenbedingungen das Gesamtsystem.

Lernziele:

Mechanik: Die Studierenden erkennen antriebstechnische Systeme und zerlegen sie in Arbeits- und Lastmaschine. Sie analysieren antriebstechnische Probleme und erhalten Parameter anhand derer sie Beschleunigungsvorgänge und Drehmomentbelastung der elektrischen Maschinen überprüfen.
Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen: Die Studierenden analysieren verschiedene Topologien von Gleichstromstellern für Antriebe mit Gleichstrommaschine und leiten die Kennlinien für kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb ab. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter.
Stromrichter mit Gleichspannungs-ZK: Die Studierenden beurteilen den Stellenwert selbstgeführter Stromrichter in Kombination mit Drehfeldmaschinen im Vergleich zu Gleichstromantrieben. Die Studierenden unterscheiden den Einsatzbereich von Raumzeigermodulation, Trägerverfahren, synchronen und optimierten Pulsmustern und konzipieren den geeigneten Modulator in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe. Sie berechnen und zeichnen die Pulsmuster für verschiedene Betriebspunkte.
Netzgeführte Stromrichter: Die Studierenden beschreiben Aufbau und Funktionsweise der Diode und des Thyristors. Sie fertigen Schaltbilder verschiedener Stromrichter an und untersuchen und bewerten die Stromoberschwingungen mit denen sie das Versorgungsnetz belasten. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe stationärer Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Die Studierenden wenden die gelernte Vorgehensweise beim Konzipieren komplexer Stromrichter (Stromrichtermotor, Direktumrichter) an.
Weitere Topologien: Die Studierenden zeichnen Schaltbilder und erläutern die Funktionsweise von seltenen Topologien selbstgeführter Stromrichter. Die Studierenden beurteilen das Prinzip und die Funktionsweise der untersynchronen Stromrichterkaskade.
Digitale Regelung: Die Studierenden identifizieren die Baugruppen der Regelung in Abbildungen der gegenständlichen Hardware. Sie erstellen Blockschaltbilder für die Signalwege der digitalen Regelung und wählen hierfür abhängig von der antriebstechnischen Aufgabenstellung die geeigneten Bauteile und Baugruppen (Microcontroller, DSP, programmierbare Logik), deren Eigenschaften und jeweiligen Vorzüge sie gegeneinander abwägen.
Drehzahl- und Positionsgeber. Die Studierenden erstellen Schaltbilder für Signalwege verschiedener Geber abhängig von der Antriebsaufgabe. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.

Literatur:
Skript

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:
Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:
[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Elektrische Energie- und Antriebstechnik)

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)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:
Elektrische Antriebstechnik I_ (Prüfungsnummer: 65401)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Ingo Hahn

Modulbezeichnung:	**Elektrische Antriebstechnik II (EAM-E_Antriebe II-V)** (Electrical Drives II)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Ingo Hahn	
Lehrende:	Ingo Hahn	

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

Lehrveranstaltungen:

Elektrische Antriebstechnik II (WS 2021/2022, Vorlesung, 3 SWS, Ingo Hahn)
Übungen zu Elektrische Antriebstechnik II (WS 2021/2022, Übung, 1 SWS, Shima Tavakoli)

Inhalt:

Elektrische Antriebstechnik II
Regelung drehzahlveränderbarer Antriebe (Übersicht)
Regelung der Gleichstrommaschine
U/f-Steuerung von Drehstromantrieben
Regelung von Drehstromantrieben: Feldorientierte Regelung mit Geber: Asynchronmaschine, Permanenterregte Synchronmaschine mit Sinusstrom, Elektrisch erregte Synchronmaschine; Direktumrichter; Stromrichtermotor; Asynchronmaschine mit Phasenfolgelöschung; Permanenterregte Synchronmaschine mit Blockstrom
Vergleich der Eigenschaften von Antrieben mit Pulsumrichter und Asynchronmaschine und elektr./perm. erregter Synchronmaschine Digitale Feldbusse: Einleitung, Grundlegende Eigenschaften, Beispiele
Electrical Drives (Part II)
Control of speed-adjustable drives (overview)
Closed-loop control for DC-drives
V/f-control for three-phase AC-drives
Closed-loop control for three-phase AC-drives: field-orientated closed-loop control with sensor: Asynchronous machine, Permanent-magnet synchronous machine with sinusoidal current, Synchronous machine with electrical excitation; Cyclo-converter; Converter motor; Asynchronous machine with phase-sequence commutation; Permanent-magnet synchronous machine with square wave current
Comparison of inverter-fed drives with asynchronous machine, synchronous machine with electrical and permanent magnet excitation Digital field busses: Introduction, Basic features, Examples

Lernziele und Kompetenzen:

Ziel
Die Studierenden entwerfen und berechnen die klassischen Strukturen der Regelung von Gleichstrom- und Drehfeldantrieben, mit besonderem Gewicht auf der Feldorientierten Regelung.
Lernziele:
Regelung der Gleichstrommaschine: Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der klassischen Kaskadenregelung der Gleichstrommaschine und wählen geeignete Übertragungsfunktionen für den Strom-, Drehzahl und Lageregelkreis.
Feldorientierte Regelung mit Geber: Die Studierenden erläutern das Prinzip der feldorientierten Regelung im Vergleich mit der Regelung der Gleichstrommaschine und nennen die Schritte beim Erstellen der Regelungsstruktur. Die Studierenden leiten aus den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine mit Hilfe von Raumzeigertransformation und Koordinatentransformation die Ständer- und Läufergleichungen für ein beliebiges Koordinatensystem ab. Die Studierenden wählen abhängig vom Maschinentyp (Asynchronmaschine, permanenterregte und elektrisch erregte Synchronmaschine) ein Koordinatensystem in dem Fluss und Drehmoment voneinander entkoppelt beeinflussbar sind und erstellen das Blockschaltbild für die Feldorientierte Regelung inklusive der Fluss-Modelle.
Lagegeberlose Regelung: Die Studierenden nennen die wichtigsten Verfahren der lagegeberlosen Regelung und leiten diese aus den Modellgleichungen der Maschinen ab. Sie erstellen das Blockschaltbild

einer testsignalbasierten geberlosen Regelung. Sie unterscheiden die Einsatzbereiche und Grenzen der vorgestellten lagegeberlosen Verfahren.
Direct Torque Control: Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der Direct Torque Control und leiten die Modellgleichungen für die Gewinnung des Drehmoment- und Flusssignals aus den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine ab. Die Studierenden zeichnen die Ortskurve des Statorflusses in der Raumzeigerebene für typische Betriebspunkte.
Digitale Feldbusse: Die Studierenden nennen die Struktur und Vorteile der Feldbustechnik im Vergleich zu früheren Automatisierungsstrukturen. Die Studierenden unterscheiden die Merkmale von aktiver und passiver Kopplung, verschiedener Bus-Zugriffsverfahren, Maßnahmen zur Datensicherheit, Möglichkeiten der physikalischen Übertragung und Schnittstellen. Die Studierenden nennen und erläutern die Schichten des OSI-Schichten-Referenzmodells. Sie berechnen Prüfsummen.
Knowledge and understanding about the closed-loop control of DC-drives, the principle of the field-orientated closed-loop control for three-phase AC drives with examples and additional closed-loop controls for three-phase AC drives, basic knowledge about digital field busses

Literatur:
Skript
script accompanying the lecture

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:
Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:
[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Elektrische Energie- und Antriebstechnik)

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)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:
Elektrische Antriebstechnik II_ (Prüfungsnummer: 61201)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Ingo Hahn

Modulbezeichnung:	**Hochspannungstechnik (HT)** (High Voltage Engineering)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Matthias Luther	
Lehrende:	Dieter Braisch	

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

Lehrveranstaltungen:

Hochspannungstechnik (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Dieter Braisch)
Übungen zu Hochspannungstechnik (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Assistenten)

Empfohlene Voraussetzungen:

Grundlagen der Elektrotechnik
Grundlagen der elektrischen Energieversorgung

Inhalt:

"Hochspannungstechnik" vermittelt einen Einblick in die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochspannungstechnik. Darüber hinaus soll die Fähigkeit vermittelt werden, die sich aus der Spannungsbelastung der Betriebsmittel ergebende elektrische Beanspruchung der Isolierstoffe, qualitativ zu bewerten und quantitativ zu ermitteln. Hierzu werden die physikalischen Vorgänge beim Durchschlag in gasförmigen, flüssigen und festen Isolierstoffen näher betrachtet und es werden analytische und numerische Berechnungsverfahren vermittelt, mit deren Hilfe Grundlagen zur Konstruktion und Wahl der Isolierstoffe abgeleitet werden können. Abschließend werden Verfahren zur Hochspannungserzeugung und die Hochspannungsmess- und Prüftechnik vorgestellt.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- verstehen die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochspannungstechnik
- wenden verschiedene Verfahren zur Berechnung elektrischer Felder an
- analysieren und bewerten konstruktive Problemstellungen und die sich ergebenden Beanspruchungen
- verstehen die Grundlagen und die physikalischen Hintergründe der elektrischen Festigkeit verschiedener Isolierstoffe
- entwickeln mit diesen Erkenntnissen und dem Wissen um die physikalischen Vorgänge bei einem Durchschlag in unterschiedlichen Isoliermedien neue konstruktive und materialtechnische Lösungen
- analysieren die Ursachen von Überspannungen in Hochspannungsanlagen
- unterscheiden Verfahren zur Hochspannungserzeugung
- verstehen die grundlegenden Verfahren der Hochspannungsprüftechnik

Literatur:

Hilfsblätter

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Elektrische Energie- und Antriebstechnik)

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)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Hochspannungstechnik_ (Prüfungsnummer: 62401)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Matthias Luther

Organisatorisches:

-

Modulbezeichnung:	**Leistungselektronik (LEE-LE-V)** (Power Electronics)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Thomas Eberle	
Lehrende:	Madlen Hoffmann, Martin März	

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

Lehrveranstaltungen:

Leistungselektronik (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Martin März)
Übungen zu Leistungselektronik (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Martin März et al.)
Leistungselektronik Tutorium (WS 2021/2022, optional, Tutorium, Madlen Hoffmann et al.)

Inhalt:

Grundlagen der Topologieanalyse: Stationaritätsbedingungen, Strom-Spannungsformen, verbotene Schalthandlungen
Nicht-isolierende Gleichspannungswandler: Grundlegende Schaltungstopologien, Funktionsweise, Dimensionierung
Isolierende Gleichspannungswandler: Grundlegende Schaltungstopologien, Gleichrichterschaltungen, Transformatoren als Übertrager bzw. Energiespeicher **Leistungshalbleiter**: Grundlagen des statischen und dynamischen Verhaltens von MOSFET, IGBT und Dioden; Spezifika von WBG-Leistungshalbleitern auf Basis von Siliziumcarbid (SiC) und Galliumnitrid (GaN); Kommutierungsarten; Kurzschluss, Avalanche **Passive Leistungsbauelemente**: Induktive Bauelemente (weichmagnetische Kernmaterialien, nichtlineare Eigenschaften, Kernverluste, Wicklungsverluste); Kondensatoren (Technologien und deren Anwendungseigenschaften, sicherer Arbeitsbereich, Brauchbarkeitsdauer, Impedanzverhalten)
Parasitäre Elemente: Niederinduktive Aufbautechniken
Treiber- und Ansteuerschaltungen für Leistungshalbleiter: Grundschaltungen zur Ansteuerung MOS-gesteuerter Bauelemente mit und ohne galvanische Isolation, Schaltungen zur Erhöhung von Störabstand und Treiberleistung, Ladungspumpe, Schutzbeschaltungen, PWM-Modulatoren
Gleichrichter und Leistungsfaktorkorrektur: Phasenan-/abschnittsteuerung, Netzstromverzerrungen, aktive Leistungsfaktorkorrektur, Gleichrichterschaltungen
Wechselrichter: Netzgeführte Stromrichter, Zwei-/Dreipunktwechselrichter, Sinus-Dreieck- und Raumzeigermodulation

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden können
- die Funktionsprinzipien leistungselektronischer Basistopologien mit und ohne galvanische Isolation erklären,
- einfache leistungselektronische Wandler analysieren und die für ein Systemdesign relevanten elektrischen und thermischen Parameter berechnen,
- die grundlegenden Eigenschaften verschiedener Schaltungslösungen erklären und diskutieren,
- die Vor- und Nachteile verschiedener Bauteiltechnologien in einer leistungselektronischen Schaltung bewerten,
- einfache leistungselektronische Wandler entwerfen.

Literatur:

[1] Franz Zach: Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-04898-3
[2] Schröder D., Marquardt R.: Leistungselektronische Schaltungen. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-662-55324-4
[3] Joachim Specovius: Grundkurs Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-03308-8
[4] Ulrich Schlienz: Schaltnetzteile und ihre Peripherie. Vieweg, ISBN 3-528-03935-3
[5] Albach M.: Induktivitäten in der Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-15080-8
[6] Tursky W., Reimann T., et al.: Applikationshandbuch Leistungshalbleiter. Semikron, ISBN 978-3-938843-56-7
[7] Volke A., Hornkamp M.: IGBT Modules. Infineon, ISBN 978-3-00-040134-3

[8] Kenneth L. Kaiser: Electromagnetic Compatibility Handbook. CRC Press, ISBN 0-8493-2087-9
[9] Hofer K.: Moderne Leistungselektronik und Antriebe. VDE-Verlag, ISBN 3-8007-2067-1

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Elektrische Energie- und Antriebstechnik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Leistungselektronik)

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)", "Energietechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Leistungselektronik (Prüfungsnummer: 66301)
(englische Bezeichnung: Power Electronics)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Martin März

Modulbezeichnung:	**Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (PEEV)** (Planing of Electrical Power Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Johann Jäger	
Lehrende:	Johann Jäger	

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

Lehrveranstaltungen:

Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Johann Jäger)
Übungen zu Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Assistenten)

Empfohlene Voraussetzungen:

Grundlagen der elektrischen Energieversorgung

Inhalt:

Das Modul behandelt unterschiedliche Aufgabengebiete der Planung elektrischer Netze zur Energieübertragung und -verteilung. Es werden sowohl öffentliche Netze der Energieversorgungsunternehmen als auch Industrienetze betrachtet.

Zu den Aufgaben gehört unter anderem die Erstellung von möglichst genauen Lastprognosen, die Auswahl geeigneter Netzstrukturen, Sternpunktbehandlung und die Koordination des Netzschutzes. Dazu werden sowohl die physikalischen als auch die technischen Kriterien so wie die entsprechenden Kenngrößen und Berechnungsverfahren besprochen.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die unterschiedlichen Aufgabengebiete der Planung elektrischer Netze,
- verstehen die Unterschiede zwischen öffentlichen Energieversorgungsnetzen und Industrienetzen,
- analysieren die grundlegenden Strukturen von Netzen,
- verstehen die Methoden der Sternpunktbehandlung,
- verstehen die Koordination des Netzschutzes,
- analysieren detaillierte Lastprognosen und erstellen dafür einen Einsatzplan von Erzeugungseinheiten und
- wenden Berechnungsverfahren im Hinblick auf die Planung von elektrischen Netzen an.

Literatur:

Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Elektrische Energie- und Antriebstechnik)

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)", "Energietechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Planung elektrischer Energieversorgungsnetze_ (Prüfungsnummer: 63601)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Johann Jäger

Modulbezeichnung:	**Regenerative Energiesysteme (RES)** (Renewable Energy Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Johann Jäger	
Lehrende:	Johann Jäger	

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

Lehrveranstaltungen:

Regenerative Energiesysteme (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Johann Jäger)
Übungen zu Regenerative Energiesysteme (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Assistenten)

Inhalt:

Diese Veranstaltung beschäftigt sich mit der Nutzung regenerativer Primärenergiequellen zur Umwandlung in mechanische und elektrische Energie.
Das physikalische Verständnis für die Primärenergieträger Wasser, Wind, Biomasse, direkte Sonnenenergie und Erdwärme und deren Umwandlungsprozesse in elektrische Energie stehen dabei im Vordergrund. Dazu werden auch die Möglichkeiten und Wege zur Erhöhung der Prozesswirkungsgrade so wie deren technischen Potentiale in der elektrischen Energieversorgung aufgezeigt. Weiterhin werden die Randbedingungen beim Betrieb von regenerativen Energiesystemen im elektrischen Energieversorgungsnetz besprochen.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden
- kennen die Arten regenerativer Energiesysteme,
- kennen die aktuellen Entwicklungen in der elektrischen Energieversorgung,
- verstehen die physikalischen und technischen Zusammenhänge bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme,
- verstehen die Herausforderungen bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme,
- analysieren das Betriebsverhalten regenerativer Energiesysteme und
- verstehen die Problematik der Integration regenerativer Energiesysteme in bestehende Systeme.

Literatur:

Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Elektrische Energie- und Antriebstechnik)

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)", "Energietechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Regenerative Energiesysteme_ (Prüfungsnummer: 63901)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Johann Jäger

Modulbezeichnung:	**Schutz- und Leittechnik (SLT)** (Power System Protection and Automation)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Johann Jäger	
Lehrende:	Johann Jäger	

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

Lehrveranstaltungen:

Schutz- und Leittechnik (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Johann Jäger)
Übungen zu Schutz- und Leittechnik (SS 2022, Übung, 2 SWS, Martin Biller)

Inhalt:

"Schutz- und Leittechnik" behandelt die Grundlagen der Schutztechnik für die elektrische Energieversorgung und Teilgebiete der Leittechnik. Schutztechnik ist ein unverzichtbarer Bestandteil der elektrischen Energieversorgung. Ohne Schutztechnik wird kein energietechnische Anlage weltweit in Betrieb genommen.

Zunächst werden mögliche fehlerfreie und fehlerbehaftete Netzzustände im Hinblick auf die Verarbeitung in den Schutzgeräten analysiert und analytisch beschrieben. Anschließend werden die wichtigsten Schutzkriterien und - algorithmen ohne und mit inhärenter Fehlerortselektivität besprochen und technisch bewertet. Die Schutzgerätetechnik fasst unterschiedliche Schutzkriterien zusammen und passt die Funktionalität an die vorherrschenden Netzverhältnisse an. Darauf aufbauend werden Schutzkonzepte für unterschiedliche Netzstrukturen und die Bedeutung der Koordination der Schutzgeräte untereinander aufgezeigt.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- verstehen die Grundlagen der Schutztechnik,
- verstehen die Grundlagen der Leittechnik,
- verstehen die verschiedenen Methoden der Schutztechnik,
- analysieren fehlerfreie und fehlerbehaftete Betriebszustände im System im Hinblick auf die Verarbeitung in Schutzgeräten,
- analysieren die wichtigsten Schutzkriterien und -algorithmen und
- kennen die aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der Schutztechnik.

Literatur:

Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Elektrische Energie- und Antriebstechnik)

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)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Schutz- und Leittechnik (Prüfungsnummer: 64201)
(englische Bezeichnung: Power System Protection and Automation)

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

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

1. Prüfer: Johann Jäger

Modulbezeichnung:	**Systemlösungen für die Energiewende (SEW)** (Systemic aspects of a sustainable energy transformation)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Christoph Maurer	
Lehrende:	Christoph Maurer	

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

Lehrveranstaltungen:

Systemlösungen für die Energiewende (SS 2022, Vorlesung, 4 SWS, Christoph Maurer)
Übungen zu Systemlösungen für die Energiewende (SS 2022, Übung, Elisabeth Scheiner, geb. Heusinger)

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

Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme
Planung elektrischer Energieversorgungsnetze
Grundlagen der Elektrischen Energieversorgung

Inhalt:

Zentral für eine nicht nur technisch machbare, sondern auch ökonomisch effiziente Dekarbonisierung des europäischen Energieversorgungssystems ist der institutionelle Rahmen z. B. für Energiemärkte und den Umgang mit Energie-Infrastrukturen. Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über diesbezügliche Fragen. Sie beginnt mit einer Einführung in Energiebilanzen und -szenarien und diskutiert Maßnahmen zum Umgang mit CO2-Emissionen und Klimawandel. Nach einer Erläuterung wesentlicher methodische Ansätze der ökonomischen Kostenrechnung erfolgt eine Einführung in die Funktionsweise von Energiemärkten. Daran anschließend werden Fragestellung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und der Gewährleistung von Versorgungssicherheit vor dem Hintergrund der Energiewende und den resultierenden Herausforderungen für die Stromnetze diskutiert. Die Vorlesung schließt mit einem Überblick über die Flexibilisierung des Stromsystems durch erzeugungs- und lastseitige Flexibilitätspotenziale und die Dekarbonisierung der Sektoren Wärme und Verkehr durch Sektorkopplungstechnologien.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die Grundzüge des energiewirtschaftlichen Ordnungsrahmens in Deutschland und Europa;
- sind vertraut mit den wesentlichen Akteuren im Energiesystem und ihren Rollen;
- analysieren die Anreize für das Handeln dieser Akteure und die resultierenden Wirkungen für das Energieversorgungssystem;
- können Energiebilanzen und Energieszenarien lesen und interpretieren;
- verstehen die Bedeutung energiebedingter CO2-Emissionen für die Bekämpfung des Klimawandels und können die Wirkungsweise von Instrumenten zur Emissionsreduktion erläutern;
- beherrschen die energiewirtschaftliche Kostenrechnung aus betriebs- und volkswirtschaftlicher Perspektive;
- verstehen die Funktionsweise von Märkten für elektrische Energie;
- beschreiben Potenziale, Kosten und Systemwirkungen unterschiedlicher Technologien erneuerbarer Energien;
- erkennen die Herausforderungen zur Gewährleistung von Versorgungssicherheit in einem von erneuerbaren Energien dominierten Erzeugungssystem sowie denkbare Lösungsansätze;
- kennen die Mechanismen zur Koordination von Energiemarkt und Netzinfrastruktur wie Netzausbau und Engpassmanagement;
- verstehen den Bedarf zur Flexibilisierung des Energieversorgungssystems sowie diesbezügliche Potenziale und Hemmnisse;
- beschreiben mögliche Strategien zur Dekarbonisierung der Sektoren Wärme und Verkehr u. a. über die verstärkte Nutzung von Strom als Energieträger und
- entwickeln somit im Laufe der Vorlesung ein Verständnis für die komplexen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Teilen des Energieversorgungssystems, das eine aktive und informierte Teilnah-

me an laufenden energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Debatten ermöglicht.

Literatur:

Alle gezeigten Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt.

Nachfolgende Literaturhinweise dienen der eigenständigen Vertiefung:

- T. Cowen, A. Tabarrok; Modern Principles of Economics; Third Edition; Worth Publishers, New York, 2015 (insbesondere für Studierende ohne wirtschaftswissenschaftlichen Hintergrund)
- G. Erdmann, P. Zweifel; Energieökonomik; Theorie und Anwendungen; Springer, Berlin, Heidelberg, 2008.
- D. S. Kirschen, G. Strbac; Fundamentals of Power System Economics; Second Edition; Wiley, 2018.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Elektrische Energie- und Antriebstechnik)

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)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Systemlösungen für die Energiewende (Prüfungsnummer: 61101)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

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

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

1. Prüfer: Matthias Luther

Modulbezeichnung:	**Thermische Kraftwerke (TKW)** (Thermal Power Plants)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Johann Jäger	
Lehrende:	Johann Jäger	

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

Lehrveranstaltungen:

Thermische Kraftwerke (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Johann Jäger)
Übungen zu Thermische Kraftwerke (SS 2022, Übung, 2 SWS, Florian Mahr)

Inhalt:

Es wird das gesamte Spektrum der Wärmekraftwerke sowohl regenerativer als auch fossiler und nuklearer Primärenergiequellen behandelt. Dazu gehören die thermischen Prozesse zur Energieumwandlung in einem Biomassekraftwerk ebenso wie die in einem Braunkohlekraftwerk.
Grundlage dafür ist die technische Thermodynamik. Diese dient der Beschreibung der Umwandlungsprozesse von thermischer in mechanische Energie durch die Analyse der unterschiedlichen Erscheinungsformen von Energie und deren Verknüpfungen in Energiebilanzgleichungen. Anschließend werden die physikalischen Eigenschaften so wie die technischen und mathematischen Modelle unterschiedlicher Kraftwerksprozesse und - typen besprochen. Das Verständnis zur Prozessoptimierung steht dabei im Vordergrund. Weiterhin werden die Grundprinzipien der Kraftwerkstechnik sowie die Regelung von Kraftwerken im Verbundnetz behandelt.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden
- kennen die Möglichkeiten zur Nutzung von Primärenergie,
- kennen verschiedene thermische Prozesse,
- verstehen Kreisprozesse in technischen Anlagen,
- verstehen die Grundlagen der Thermodynamik in Bezug auf thermische Kraftwerke,
- verstehen die Regelung von Kraftwerken im Verbundnetz,
- analysieren anhand mathematischer Berechnungsmethoden die Umwandlungsprozesse in thermischen Kraftwerken und
- analysieren die Methoden der Prozessoptimierung.

Literatur:

Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Elektrische Energie- und Antriebstechnik)

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)", "Informatik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Thermische Kraftwerke (Prüfungsnummer: 64801)
(englische Bezeichnung: Thermal Power Plants)

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

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

1. Prüfer: Johann Jäger

Modulbezeichnung:	**Transmission System Operations and Control (TSOC)** (Transmission System Operations and Control)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Matthias Luther	
Lehrende:	Matthias Luther	

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

Lehrveranstaltungen:

Transmission System Operations and Control (SS 2022, Vorlesung, 4 SWS, Matthias Luther)
Übungen zu Transmission System Operations and Control (SS 2022, Übung, Ananya Kuri et al.)

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

Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme
Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme

Inhalt:

The lecture gives an overview on the transmission system operations and how to control the system in the growing challenges and changing environment, like continuous development of electricity market, extensive cross-border electricity exchange throughout the continent and rapid growth of generation from intermittent Renewable Energy Sources (RES). This requires a need for close cooperation of the European Transmission System Operators as well as the development and implementation of new tools for system operation including a joint platform of harmonized technical rules. The lecture comprises technical and organizational aspects for interconnected operation including load and frequency control, voltage and reactive power control, load-flow management. Stability issues are investigated based on the analysis of major blackouts. It is explained why and how the electricity market has been implemented. The lecture is given in English since growing cooperation among TSOs and other parties in the electricity sector requires a common technical terminology and communication language.

Lernziele und Kompetenzen:

The students

- learn the basic relationships in transmission system control,
- understand the advantages of interconnected operation,
- understand the interplay between grid equipment,
- understand the functionality of frequency and voltage control in interconnected systems,
- analyse the provision of ancillary services to guarantee a stable and secure operation of interconnected systems,
- apply calculation methodologies to practical examples,
- analyse current challenges in transmission system control due to the integration of renewables and
- analyse the control practises of ancillary service providers to guarantee a stable transmission system operation.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Elektrische Energie- und Antriebstechnik)

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)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Transmission System Operation and Control (Prüfungsnummer: 60621)
(englische Bezeichnung: Transmission System Operation and Control)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Matthias Luther

Modulbezeichnung:	**Digitale Regelung (DIR)** (Digital Control)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Andreas Michalka	
Lehrende:	Andreas Michalka, Alexander Verhoolen	

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

Lehrveranstaltungen:

Digitale Regelung (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Andreas Michalka)
Übungen zu Digitale Regelung (SS 2022, Übung, 2 SWS, Alexander Verhoolen)

Empfohlene Voraussetzungen:

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

- Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) oder Einführung in die Regelungstechnik (ERT)
- Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B)

Inhalt:

Es werden Aufbau u. mathematische Beschreibung digitaler Regelkreise für LZI-Systeme sowie Verfahren zu deren Analyse und Synthese betrachtet:

- quasikontinuierliche Beschreibung und Regelung der Strecke unter Berücksichtigung der DA- bzw. AD-Umsetzer
- zeitdiskrete Beschreibung der Regelstrecke als Zustandsdifferenzengleichung oder z-Übertragungsfunktion
- Analyse von Abtastsystemen, Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit
- Regelungssynthese: Steuerungsentwurf, Zustandsregelung und Beobachterentwurf, Störungen im Regelkreis, Berücksichtigung von Totzeiten, „Intersampling-Verhalten“.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- erläutern Aufbau und Bedeutung digitaler Regelkreise.
- leiten mathematische Beschreibungen des Abtastsystems in Form von Zustandsdifferenzengleichungen oder z- Übertragungsfunktionen her.
- analysieren Abtastsysteme und konzipieren digitale Regelungssysteme auf Basis quasikontinuierlicher sowie zeitdiskreter Vorgehensweisen.
- entwerfen Steuerungen, Regelungen und Beobachter und bewerten die erzielten Ergebnisse.
- diskutieren abtastregelungsspezifische Effekte und bewerten Ergebnisse im Vergleich mit dem kontinuierlichen Systemverhalten.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Leistungselektronik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Digitale Regelung (Prüfungsnummer: 73601)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Andreas Michalka

Modulbezeichnung:	**Hochleistungsstromrichter für die EEV (HSTR)** (Power Converters in Electrical Power Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Matthias Luther	
Lehrende:	Gert Mehlmann	

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

Lehrveranstaltungen:

Hochleistungsstromrichter für die EEV (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Gert Mehlmann)
Übungen zu Hochleistungsstromrichter für die EEV (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Assistenten)

Inhalt:

In elektrischen Energieversorgungsnetzen aller Spannungsebenen werden immer häufiger leistungselektronische Anlagen und Betriebsmittel zur Versorgung von Abnehmern, zur Integration dezentraler Stromerzeuger (z. B. Windkraftanlagen), zur Kompensation von Blindleistungen, zum Leistungsaustausch zwischen zwei Netzen sowie zur Steuerung des Lastflusses eingesetzt. Sie üben eine starke Rückwirkung auf das Netz und seine Abnehmer durch Verzerrung der Ströme und Spannungen und damit verbundene Blindleistungen aus. Ihr Einsatz muss daher sorgfältig geplant werden. Grundlage dafür sind die stationären Betriebsvorgänge in Drehstromsystemen mit leistungselektronischen Betriebsmitteln (Stromrichtersysteme) und ihre charakteristischen Kenngrößen, deren analytische Berechnung gezeigt wird

- Netzgeführte Stromrichter: Dreipulsige Elementarstromrichter - sechspulsige Stromrichter - zwölfpulsige Stromrichter - höherpulsige Stromrichter
- Beschreibung von Stromrichtersystemen im Zustandsraum: Berechnung des stationären Betriebes als periodische Folge von Schaltvorgängen im Zustandsraum - Resonanz in sechspulsigen Stromrichtersystemen - stationärer Betrieb zwölfpulsiger Stromrichtersysteme
- Netzgeführte Drehstromsteller: Gesteuerte Drehstromsteller - Einfluss des Nullsystems auf den Stellerbetrieb - dynamische Reihen- und Parallelkompensation - Resonanzen und ihre Vermeidung
- Selbstgeführte Stromrichter: Grundschaltungen - Erzeugung der Ausgangsspannungen von Spannungsumrichtern - stationärer Betrieb im Drehstromnetz - vollständige Lastflusssteuerung - Resonanzen und ihre Vermeidung

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- verstehen die stationären Betriebsvorgänge in Drehstromsystemen mit leistungselektronischen Betriebsmitteln (Stromrichtersysteme).
- analysieren und bewerten unterschiedliche Varianten von Stromrichterschaltungen und deren Verschaltung mit dem Drehstromsystem
- wenden Verfahren zur Berechnung und Bewertung der charakteristischen Kenngrößen typischer Schaltungsvarianten an.
- entwickeln ausgehend von dreipulsigen Elementarstromrichtern Verfahren zur Berechnung höherpulsiger Stromrichter und von dynamischen Kompensationsanlagen im Zustandsraum.

Literatur:

Herold, G.: Elektrische Energieversorgung V. Stromrichter in Drehstromnetzen. Wilburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2009

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Leistungselektronik)

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)", "Energietechnik

(Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung_ (Prüfungsnummer: 62301)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

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

1. Prüfer: Matthias Luther

Organisatorisches:

Grundlagen der elektrischen Energieversorgung für das Verständnis nötig.

Modulbezeichnung:	**Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang (LE KFZ)** (Power electronics in vehicles and electric powertrains)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Martin März	
Lehrende:	Martin März	

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

Lehrveranstaltungen:

Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Martin März)

Empfohlene Voraussetzungen:

Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik

Inhalt:

- Fahrzeugspezifische Anforderungen an Elektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen
- Leistungselektronik in Fahrzeugen mit konventionellem Bordnetz (12/24 V)
- Hybride und rein elektrische Antriebsstrangtopologien (HEV, PHEV, FCEV, BEV)
- Leistungselektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Ladegeräte, Umrichter, Gleichspannungswandler): Schaltungskonzepte, Schaltungsauslegung, Simulation

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die Grundstruktur und die Eigenschaften des 12/24V Bordnetzes von Kraftfahrzeugen
- kennen die fahrzeugspezifischen Anforderungen an Leistungselektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen
- kennen den Aufbau der in den verschiedenen Fahrzeugsteuergeräten eingesetzten Leistungselektronik und die Eigenschaften der darin verwendeten Leistungsschalter (Smart-Power)
- kennen die verschiedenen Grundstrukturen (Topologien) der Antriebsstränge von Hybrid- und Elektrofahrzeugen
- analysieren verschiedene Antriebsstrangtopologien bezüglich ihrer Anwendungseigenschaften
- kennen die Grundschaltungen aller für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erforderlichen leistungselektronischen Wandler (Antriebsumrichter, Gleichspannungswandler)
- kennen die wichtigsten technischen Ansätze zur Reduzierung von Bauvolumen, Verlustleistung und Kosten
- kennen die Grundschaltungen, die Systemtechnik und die Sicherheitsanforderungen bei kabelgebundenen und kontaktlosen Ladeverfahren
- kennen eine Methodik zur Antriebsstrangsimulation auf Fahrzeugebene

Fachkompetenz

Anwenden

- Anforderungen an Leistungselektronik für Kraftfahrzeuge beschreiben
- Die wichtigsten Bauelemente und Grundschaltungen auslegen

Analysieren

- diskutieren die mit elektrifizierten Antriebssträngen (Hybrid- bzw. Elektrofahrzeuge) verbundenen Zielsetzungen und Basiskonzepte sowie die Grundlagen der dazu erforderlichen leistungselektronischen Systeme

Literatur:

Begleitendes Vorlesungsskript

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Leistungselektronik)

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)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebstrang (Prüfungsnummer: 68701)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Martin März

Modulbezeichnung:	**Leistungshalbleiterbauelemente (LHBL)** (Power Semiconductor Devices)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tobias Erlbacher	
Lehrende:	Tobias Erlbacher, Tobias Stolzke	

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

Lehrveranstaltungen:

Leistungshalbleiterbauelemente (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Tobias Erlbacher)
Übung zu Leistungshalbleiterbauelemente (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Julian Schwarz)

Inhalt:

Nach einer Einführung in die Anwendungsgebiete, die Historie von Leistungshalbleiterbauelementen und die relevante Halbleiterphysik, werden die heute für kommerzielle Anwendungen relevanten Ausführungsformen von monolithisch integrierten Leistungsbauelemente besprochen. Zunächst werden Bipolarleistungsdioden und Schottkydioden als gleichrichtende Bauelemente vorgestellt. Anschließend werden der Aufbau und die Funktion von Bipolartransistoren, Thyristoren, unipolaren Leistungstransistoren (MOSFETs) und IGBTs erörtert. Dabei wird neben statischen Kenngrößen auch auf Schaltvorgänge und Schaltverluste eingegangen sowie die physikalischen Grenzen dieser Bauelemente diskutiert. Nach einer Vorstellung von in Logikschaltungen integrierter Leistungsbauelemente (Smart-Power ICs) erfolgt abschlie-ßend die Diskussion von neuartigen Bauelementkonzepten auf Siliciumkarbid und Galliumnitrid, welche immer stärker an Bedeutung gewinnen.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

Fachkompetenz

Anwenden

- erklären den Aufbau und die Funktion sowi die elektrischen Eigenschaften gängiger Leistungshalbleiterbauelemente
- vergleichen Leistungshalbleiterbauelemente auf „Wide-Bandgap"-Materialien (SiC, GaN).

Analysieren

- klassifizieren Leistungsbauelemente hinsichtlich statischen und dynamischen Verlusten und Belastungsgrenzen
- diskutieren die Möglickeiten und Grenzen gängiger Leistungshalbleiterbauelemente
- unterscheiden Integrationskonzepte für Leistungshalbleiterbauelemente in integrierte Schaltungen

-

Literatur:

- Fundamentals of Power Semiconductor Devices, B. J. Baliga, Springer, New York, 2008 ISBN: 978-0-387-47313-0
- Halbleiter-Leistungsbauelemente, Josef Lutz, Springer, Berlin, 2006 ISBN: 978-3-540-34206-9
- Leistungselektronische Bauelemente für elektrische Antriebe, Dierk Schröder, Berlin, Springer, 2006 ISBN: 978-3-540-28728-5
- Physics and Technology of Semiconductor Devices, A. S. Grove, Wiley, 1967, ISBN: 978-0-471-32998-5
- Power Microelectronics - Device and Process Technologies, Y.C. Liang und G.S. Samudra, World Scientific, Singapore, 2009 ISBN: 981-279-100-0
- Power Semiconductors, S. Linder, EFPL Press, 2006, ISBN: 978-0-824-72569-3
- V. Benda, J. Gowar, D. A. Grant, Power Semiconductor Devices, Wiley, 1999

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Leistungselektronik)

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)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Leistungshalbleiter-Bauelemente (Prüfungsnummer: 62801)
(englische Bezeichnung: High-Performance Semiconductor Components)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022, 2. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Tobias Erlbacher

Modulbezeichnung:	**Pulsumrichter für elektrische Antriebe (EAM-Pulsumrichter-V)** (Pulse-controlled Converters for Electrical Drives)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jens Igney	
Lehrende:	Jens Igney	

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

Lehrveranstaltungen:

Pulsumrichter für elektrische Antriebe (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Jens Igney)
Übungen zu Pulsumrichter für elektrische Antriebe (SS 2022, Übung, 2 SWS, Shima Khoshzaman)

Empfohlene Voraussetzungen:

Vorlesung und Übung Leistungselektronik dringend empfohlen

Inhalt:

1. Einleitung
2. Bauelemente
2.1 IGBTs und Dioden
2.2 Entwärmung
2.3 Kondensatoren
2.4 Neue Leistungshalbleiter aus Silizium-Carbid (SiC)
3. Theorie selbstgeführter Stromrichter
3.1 Schaltungen von selbstgeführten Stromrichter
3.2 Grundfrequenzsteuerung
3.3 Trägerverfahren
3.4 Drehzeiger / Raumzeigermodulation
4. Gleichstromsteller
4.1 Tiefsetzsteller
4.2 Hochsetzsteller
4.3 Zweiquadrantensteller
4.4 Vierquadrantensteller
5. Dreiphasiger Pulsumrichter
5.1 Eingansseitige Gleichrichter
5.2 Pulsumrichter für permanenterregte Synchronmaschinen mit Blockstrom
5.3 Motorseitiger Wechselrichter
5.4 Verluste für Pulsumrichter mit sinusförmigen Strom
6. Unerwünschte Effekte
6.1 Niederfrequente Netzharmonische
6.2 Ableitströme und Funkstörspannung
6.3 Kabel, Reflexion, erhöhte Motorspannungen
6.4 Lagerströme

Lernziele und Kompetenzen:

Ziel:

Die Studierenden konzipieren Gleichstromsteller und Pulsumrichter in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe und Leistungsanforderung. Sie überschauen die möglichen Betriebsarten, wählen geeignete Betriebsarten aus und berechnen die notwendigen Kenngrößen der Bauteile und Baugruppen, die sie anhand der Informationen der Datenblätter auswählen.

Lernziele

Bauelemente im Pulsumrichter: Die Studierenden beschreiben die wesentlichen Eigenschaften und Funktionsweise der Bauelemente eines Pulsumrichters, wie IGBTs, Dioden und Elektrolyt-Kondensatoren. Sie sind in der Lage, relevante Parameter aus Daten und Kennlinien der Datenblätter dieser Bauelemente zu entnehmen, um damit den Leistungskreis zu konzipieren.

Theorie selbstgeführter Stromrichter. Die Studierenden erläutern die grundsätzliche Funktionsweise eines Pulswechselrichters und die verschiedenen Verfahren zur Ansteuerung, wie Grundfrequenzsteuerung, Sinus-Dreieck-Modulation und Raumzeigermodulation. Sie berechnen Pulsmuster für die verschiedenen Verfahren und zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte. Sie leiten daraus die Belastung der Bauelemente ab und berücksichtigen dies bei der Konzeption des Leistungskreises.
Gleichstromsteller: Die Studierenden erläutern Aufbau und Funktionsweise von Gleichstromstellern. Sie zeichnen die Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Sie berechnen die Verluste, welche in den Leistungshalbleitern entstehen und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung.
Dreiphasige Pulsumrichter: Die Studierenden benennen die Vorteile und Einsatzbereiche verschiedener Einspeisestromrichter. Sie berechnen die Belastung der Zwischenkreiskondensatoren und die Verluste in den Leistungshalbleitern und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung.
Unerwünschte Effekte: Die Studierenden nennen unerwünschte Effekte, welche durch den Einsatz eines Pulswechselrichters am Motor entstehen und beschreiben mögliche Abhilfemaßnahmen, die sie in ihrer Konzeption berücksichtigen.

Literatur:
Skript

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:
Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:
[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Leistungselektronik)

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)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:
Pulsumrichter für elektrische Antriebe_ (Prüfungsnummer: 63701)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Jens Igney

Modulbezeichnung:	**Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A)** (Control System Design A (Fundamentals))	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Knut Graichen	
Lehrende:	Julian Dahlmann, Knut Graichen	

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

Lehrveranstaltungen:

Regelungstechnik A (Grundlagen) (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Knut Graichen)
Übungen zu Regelungstechnik A (Grundlagen) (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Julian Dahlmann)

Empfohlene Voraussetzungen:

Systemtheorie linearer zeitkontinuierlicher Systeme (inkl. Laplace-Transformation)

Inhalt:

- Gegenstand und Zielstellung der Regelungstechnik
- Modellbildung der Strecke im Zeit und Frequenzbereich und Darstellung als Strukturbild
- Analyse des Streckenverhaltens linearer Eingrößensysteme anhand von Übertragungsfunktion und Frequenzgang
- Auslegung einschleifiger Regelkreise
- Erweitere Regelkreisstrukturen

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden können

- Gegenstand und Zielstellung der Regelungstechnik erläutern.
- Problemstellungen als Steuerungs- und Regelungsaufgabe identifizieren.
- das Streckenverhalten durch ein mathematisches Modell in Form des Strukturbilds beschreiben.
- eine Modellvereinfachung durch Linearisierung und Strukturbildumformung durchführen.
- aus Übertragungsfunktion und Frequenzgang das qualitative Streckenverhalten ermitteln.
- zu einem Frequenzgang Ortskurve und Bode-Diagramm angeben.
- den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Regelung angeben und die Zweckbestimmung von Vorsteuerung und Regelung erläutern.
- Sollverläufe auf Zulässigkeit überprüfen und realisierbare Vorsteuerungen entwerfen.
- die Regelkreis-Stabilität definieren und mit dem Nyquist-Kriterium untersuchen.
- entscheiden, wann welcher Reglertyp in Frage kommt und nach welchen Gesichtspunkten dessen Parameter zu wählen sind.
- für lineare Eingrößensysteme einen geeigneten Regler entwerfen.
- ergänzende Maßnahmen zur Störverhaltensverbesserung beschreiben und zur Anwendung bringen.
- die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich weiterführende Frequenzbereichsmethoden der Regelungstechnik selbständig erschließen.

Literatur:

- O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, 12. Auflage, VDE-Verlag, 2016
- M. Horn, N. Dourdoumas. Regelungstechnik, Pearson Studium, 2004
- W. Leonhard. Einführung in die Regelungtechnik, 4. Auflage, Vieweg, 1987
- J. Lunze. Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, 12. Auflage, Springer, 2020
- R. Unbehauen. Regelungtechnik 1, 12. Auflage, 2002
- G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1 und 2, Springer, 1995

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Leistungselektronik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "247#56#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung Regelungstechnik A (Grundlagen) (Prüfungsnummer: 26501)
(englische Bezeichnung: Lecture: Control Engineering A (Foundations))

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022, 2. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Knut Graichen

Modulbezeichnung:	**Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B)** (Control System Design B (State Space Methods))	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Knut Graichen	
Lehrende:	Johannes Reinhard, Knut Graichen	

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

Lehrveranstaltungen:

Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Knut Graichen)
Übungen zu Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Johannes Reinhard)

Empfohlene Voraussetzungen:

Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden)

Inhalt:

- Motivation der Zustandsraumbetrachtung dynamischer Systeme in der Regelungstechnik
- Zustandsraumdarstellung dynamischer Systeme und deren Vereinfachung durch Linearisierung
- Analyse linearer und zeitinvarianter Systeme: Stabilität, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Zusammenhang mit Ein-/Ausgangsbetrachtung
- Auslegung von linearen Zustandsreglern für lineare Eingrößensysteme
- Erweiterte Regelkreisstrukturen, insbesondere Vorsteuerung und Störgrößenkompensation
- Entwurf von Zustands- und Störgrößenbeobachtern und Kombination mit Zustandsreglern (Separationsprinzip)

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden können

- die Vorzüge der Zustandsraumbetrachtung im Vergleich zur Ein-/Ausgangsbetrachtung darlegen.
- für dynamische Systeme die Zustandsgleichungen aufstellen und durch Linearisierung vereinfachen.
- für LZI-Systeme die Zustandsgleichungen in Normalformen transformieren.
- Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit von Zustandssystemen definieren und LZI-Systeme daraufhin untersuchen.
- ausführen, wie diese Eigenschaften mit den Eigenwerten und Nullstellen von LZI-Zustandssystemen zusammenhängen.
- den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Zustandsregelung angeben und die Zweckbestimmung ihrer einzelnen Komponenten erläutern.
- realisierbare Vorsteuerungen zur Einstellung des Sollverhaltens entwerfen.
- Zielstellung und Aufbau eines Zustandsbeobachters erläutern.
- diesen zu einem Störbeobachter erweitern und Störaufschaltungen zur Kompensation von Dauerstörungen konzipieren.
- beobachterbasierte Zustandsregelungen durch Eigenwertvorgabe entwerfen.
- die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich die Zustandsraummethoden der Regelungstechnik selbständig weiter erschließen.

Literatur:

- C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987
- O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994
- H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004
- T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980
- G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995
- D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley & Sons, 1979
- J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020

- J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020
- L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974
- W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Leistungselektronik)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (Prüfungsnummer: 70601)
(englische Bezeichnung: Lecture: Control Engineering B (State-Space Methods))

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Knut Graichen

Bemerkungen:

Kann parallel zu Regelungstechnik A (Grundlagen) gehört werden.

Modulbezeichnung:	**Schaltnetzteile (V-SNT)** (Switching Power Supplies)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Thomas Dürbaum	
Lehrende:	Thomas Dürbaum	

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

Lehrveranstaltungen:

Schaltnetzteile (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Thomas Dürbaum)
Übungen zu Schaltnetzteile (SS 2022, Übung, 2 SWS, Panagiotis Mantzanas)

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

Leistungselektronik

Inhalt:

In diesem Modul werden die Grundprinzipien der hochfrequent getakteten leistungselektronischen Schaltungen behandelt. Neben den unterschiedlichen Netzteiltopologien werden insbesondere die verschiedenen durch die hochfrequente Betriebsweise entstehenden Probleme behandelt.
Es werden Methoden zur Berechnung der grundlegenden Schaltnetzteilfamilien, zur Ermittlung von Schaltverlusten, zum Design von Entlastungsnetzwerken sowie ein erstes Konzept zur regelungstechnischen Beschreibung von Netzteilen mit PWM- Regelung vermittelt.

Lernziele und Kompetenzen:

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- Basistopologien und deren Betriebsarten zu analysieren,
- die Funktionsweise PWM-geregelter Topologien zuerarbeiten und die zugehörigen Kennwerte zu bewerten,
- die Notwendigkeit von Netztrennung sowie möglicheMaßnahmen zur Erlangung derselben zu verstehen,
- grundlegende netztrennende Topologien zu analysieren,
- Schaltverluste sowie deren Reduzierung mit Hilfe von Entlastungsnetzwerken zu bewerten,
- regelungstechnische Beschreibung PWM-getakteter Konverter im kontinuierlichen Betrieb mittels der Methode des ‚In-Circuit-Averaging' zu analysieren.

Literatur:

- Begleitende Arbeitsblätter
- Fundamentals of Power Electronics, Erickson W. Robert, Springer Verlag

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Leistungselektronik)

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)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Schaltnetzteile_ (Prüfungsnummer: 66701)
Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

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

1. Prüfer: Thomas Dürbaum

Modulbezeichnung:	**Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (SimReg)** (Simulation and Control of Switch-Mode Power Supplies)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Thomas Dürbaum	
Lehrende:	Thomas Dürbaum	

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

Lehrveranstaltungen:

Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Thomas Dürbaum)
Übungen zu Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (SS 2022, Übung, 2 SWS, Eva Schmidt)

Empfohlene Voraussetzungen:

Modul *Leistungselektronik*
Modul *Schaltnetzteile*

Inhalt:

Im ersten Teil des Moduls werden sowohl notwendige Grundlagen als auch mögliche Simulationsstrategien und Tools erläutert. Im Einzelnen wird auf folgende Punkte eingegangen:

- Analytische Simulation von PWM-Konvertern
- Simulation von PWM-Konvertern unter Zuhilfenahme vongemittelten Schaltermodellen (ASM und ASIM)
- Diskrete Modellierung von Schaltnetzteilen im Zustandsraum(Discrete Modelling)
- Detailbetrachtungen, Vergleich mit Hardware, Schaltverluste

Im zweiten Teil des Moduls werden mögliche Systemmodellierungen gezeigt, die Aufschluss über das Kleinsignalverhalten und damit die Anwendung von herkömmlichen regelungstechnischen Ansätzen erlauben.

Der zweite Teil des Moduls gliedert sich wie folgt:

- Anwendung von ASM und ASIM zur Bestimmung derKleinsignalübertragungsfunktion
- Mittelung im Zustandsraum (State-Space-Averaging) zurBestimmung der Kleinsignalübertragungsfunktion
- Regelung mit unterlagerter Stromregelung

Lernziele und Kompetenzen:

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- Schaltnetzteiltopologien auf verschiedenen Abstraktionsebenen zu untersuchen,
- PWM Konverter stark idealisiert und auch unter Berücksichtigung parasitärer Widerstände zu analysieren,
- Mehraufwand und Nutzen detaillierterer Analysemethoden einzuschätzen,
- die einzelnen Schritte zur Erstellung gemittelter Schaltermodelle (ASM, ASIM) zu erläutern,
- PWM-Konverter mittels gemittelter Schaltermodelle zu analysieren,
- die Möglichkeiten der gemittelten Schaltermodelle während der verschiedenen Phasen bei der Entwicklung getakteter Stromversorgungen zu beurteilen,
- die Beschreibung linearer Netzwerke im Zustandsraum und deren Lösung zu erläutern,
- den Lösungsweg zur Analyse von Konvertern im Zustandsraum zu skizzieren,
- beliebige Konverter mit Hilfe der zeitdiskreten Modellierung im Zustandsraum zu analysieren,
- Anwendungsbeispiele für den Einsatz von Netzwerkanalyseprogramme (z.B. SPICE) im Bereich der Schaltnetzteilentwicklung zu benennen,
- Gültigkeit, Genauigkeit und Anwendbarkeit von Herstellermodellen kritisch zu hinterfragen,
- Aufwand, Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Simulationsmethoden im Bereich der Schaltnetzteiltechnologie zu bewerten,
- Sinn und Zweck der verschiedenen Kleinsignalübertragungsfunktionen zu beschreiben,

- den Begriff Kleinsignal im Zusammenhang mit Übertragungsfunktionen zu definieren und für konkrete Simulationen die Einhaltung der Kleinsignalbedingung zu überprüfen,
- Kleinsignalübertragungsfunktionen durch geeignete, dem jeweiligen Modell angepasste Simulationen (Zeit-/Frequenzbereich) zu bestimmen,
- Kleinsignalübertragungsfunktionen mittels der Methode der Mittelung im Zustandsraum für den kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb bestimmen,
- eine Möglichkeit zur messtechnischen Bestimmung Kleinsignalübertragungsfunktionen leistungselektronischer Konverter sowie die dafür benötigten Adapter und deren Anforderungen zu diskutieren,
- die verschiedenen Möglichkeiten Konverter zu regeln sowie deren Vor- und Nachteile zu bewerten,
- Vorteile einer unterlagerten Stromregelung zu erläutern sowie die Ursachen möglicher Instabilitäten und deren Vermeidung zu erklären,
- notwendige Kennwerte für den eigenständigen Vergleich einer Vielfalt möglicher, auch bis dato dem Studierenden unbekannter Topologien auf verschiedenen Abstraktionsebenen auszuarbeiten und so neue leistungselektronische Systeme basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen zu gestalten,
- die erlernten Methoden für die Optimierung getakteter Stromversorgungen anzuwenden,
- die Ergebnisse der Optimierung im Hinblick auf die aufgestellten Kriterien zu gewichten und den geeigneten Kandidaten auszuwählen,
- die notwendigen Simulationen entlang des gesamten Entwicklungsprozesses leistungselektronischer Systeme zu konzipieren,
- neue leistungselektronische Systeme zu entwickeln und somit die Herstellung neuer Produkte mit zu gestalten.

Literatur:

Begleitende Arbeitsblätter und in diesen angegebene Literatur

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Leistungselektronik)

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)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen_ (Prüfungsnummer: 64401)
(englische Bezeichnung: Simulation and Control of Switch-Mode Power Supplies)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023, 2. Wdh.: SS 2023
1. Prüfer: Thomas Dürbaum

Modulbezeichnung:	**Thermisches Management in der Leistungselektronik (LEE-TM)** (Thermal Management in Power Electronics)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Thomas Eberle	
Lehrende:	Stefanie Büttner, Martin März	

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

Lehrveranstaltungen:

Thermisches Management in der Leistungselektronik (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Martin März et al.)

Inhalt:

- Grundlagen des thermischen Managements
- Komponenten des thermischen Managements
- Anwendungs- und Auslegungsbeispiele
- Bauelemente unter Temperaturbelastung
- Thermische Meßtechnik
- Elektrisch-thermische Modellierung

Lernziele und Kompetenzen:

Für die Leistungselektronik ist das Thema Entwärmung von essentieller Bedeutung, vor allem mit Blick auf Zuverlässigkeit, Lebensdauer oder erzielbare Leistungsdichte. Die Studierenden können die Grundlagen der Entwärmung leistungselektronischer Systeme erklären. Ausgehend von den Gesetzen des Wärmetransports und den Materialeigenschaften werden Entwärmungstechniken auf Bauteil-, Schaltungsträger- und Systemebene behandelt, begleitet durch ausgewählte Anwendungs- und Auslegungsbeispiele. Die Studierenden können die für thermische Berechnungen relevanten Angaben aus Datenblättern interpretieren, lernen thermische Ersatzschaltbilder und Verfahren zu deren Parameterisierung sowie Verfahren zur Simulation transienter thermischer Vorgänge kennen.

Literatur:

Begleitendes Vorlesungsskript

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Leistungselektronik)

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)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Thermisches Management in der Leistungselektronik (Prüfungsnummer: 66801)
(englische Bezeichnung: Thermal Management in Power Electronics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Klausurtermin wird in Abstimmung mit den Studenten in der Vorlesung und auf Studon bekanntgegeben
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Martin März

Modulbezeichnung:	**Digitale Signalverarbeitung (DSV)** (Digital Signal Processing)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Walter Kellermann	
Lehrende:	Walter Kellermann, Heinrich Löllmann	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	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 Multiratensystemen 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. Schafer: 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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Informationstechnik)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Walter Kellermann

Modulbezeichnung:	**Digitale Übertragung (DÜ)** (Digital Communications)	**5 ECTS**
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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Informationstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "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)", "Medizintechnik (Master 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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Robert Schober

Modulbezeichnung:	**Image and Video Compression (IVC)** (Image and Video Compression)	**5 ECTS**
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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Informationstechnik)

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)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Medizintechnik (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%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: André Kaup

Modulbezeichnung:	**Information Theory and Coding (ITC)** (Information Theory and Coding)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Ralf Müller	
Lehrende:	Ralf Müller	

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

Lehrveranstaltungen:

Informationstheorie und Codierung (SS 2022, Vorlesung, 3 SWS, Ralf Müller)
Informationstheorie und Codierung - Übungen (SS 2022, Übung, 1 SWS, N.N.)

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, Pfadzählen, günstigster Pfad, Minimumsummenalgorithmus
13. Exakte Marginalisierung in Graphen: Faktorgraph, Summenproduktalgorithmus
14. LDPC-Codes: Dichteevolution, Knotenordnung, reguläre und irreguläre Codes, Graphumfang
15. Verlustbehaftete Quellencodierung: Transformationscodierung und JPEG-Kompression

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.
The language of instruction is either German (summer) or English (winter). The textbook used is in English.
–
Die Studierenden wenden Bayes'sche Inferenz auf Probleme in der Nachrichtentechnik und im Alltagsleben an.
Die Studierenden erklären die konzeptuelle Trennung von digitaler Übertragung in Quellen- und Kanalcodierung.
Kommunikationssysteme entwerfen sie unter Betrachtung von Entropie und Kanalkapazität.
Sie berechnen diese Größen für gedächtnislose Quellen und Kanäle.
Die Studierenden beweisen sowohl das Quellen- als auch das Kanalcodierungstheorem.
Die Studierenden vergleichen verschiedenartige Quellencodierungsverfahren hinsichtlich Komplexität und Kompressionsrate.
Die Studierenden verwenden Quellencodierverfahren zur Messung von Transinformation.
Die Studierenden faktorisieren Funktionen mehrerer Veränderlicher, stellen diese als Graph dar und marginalisieren sie bezüglich mehrerer Veränderlicher.
Die Studierenden erklären den Entwurf von Kanalcodes und den Einfluss der Minimaldistanz.
Sie decodieren Kanalcodes gemäß maximaler Likelihood und Nachrichtenaustausch.
Die Studierenden wenden verteilte Algorithmen auf Probleme der Nachrichtentechnik und des Alltagslebens an.
Die Studierenden verbessern die Eigenschaften von LDPC-Codes durch Erhöhung des Umfangs und/oder durch irreguäre Knotenordnungsverteilungen.
Die Studierenden transformieren Bildquellen zur Verbesserung verlustbehafteter Kompression iin den Frequenzbereich.
Die Unterrichtssprache ist entweder Deutsch (Sommer) oder Englisch (Winter). Das verwendete Lehrbuch ist in englischer Sprache.

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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Informationstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)", "Computational Engineering (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)", "Medizintechnik (Master 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%
weitere Erläuterungen:
Prüfungssprache abhängig von der Wahl des/der Studierenden
Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Ralf Müller

Bemerkungen:

Schlüsselwörter: ASC

Modulbezeichnung:	**Kommunikationselektronik (KE)** (Communication Electronics)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jörg Robert	
Lehrende:	Jörg Robert	

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

Lehrveranstaltungen:

Kommunikationselektronik (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Jörg Robert et al.)
Übung Kommunikationselektronik (SS 2022, Übung, 2 SWS, Clemens Neumüller)

Empfohlene Voraussetzungen:

Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse im Bereich digitaler Signalverarbeitung werden vorausgesetzt

Inhalt:

1. Einleitung
2. Darstellung von Signalen und Spektren
- Kontinuierliche und diskrete Signale
- Spektrum eines Signals
- Unterabtastung und Überabtastung
3. Aufbau und Signale eines Software Defined Radio Systems
- Blockschaltbild eines Software Defined Radio Systems
- Basisband- und Trägersignale
- Empfänger-Topologien
- Signale in einem Software Defined Radio System
4. Drahtlose Netzwerke
5. Übertragungsstrecke
- Funkstrecke
- Antennen
6. Leistungsdaten eines Empfängers
- Rauschen
- Nichtlinearität
- Dynamikbereich eines Empfängers
7. Digital Downconverter
- CIC-Filter
- Polyphasen-FIR-Filter
- Halbband-Filterkaskade
- Interpolation
8. Demodulation digital modulierter Signale
- Einführung
- Demodulation einer GFSK/PAM-Paketsendung

Das Modul Kommunikationselektronik behandelt Aspekte der Schaltungstechnik und der Signalverarbeitung drahtloser Übertragungssysteme, die als sog. "Software Defined Radio" Systeme aufgebaut sind. Als Beispiel dient der Empfänger eines einfachen Telemetrie-Systems, der von der Antenne bis zum Nutzdatenausgang behandelt wird. Schwerpunkte bilden der Aufbau und die Eigenschaften der Hardware des Empfängers sowie die Algorithmen zum Empfang von Telemetrie-Signalen. Dabei wird ein typisches System mit Hilfe eines miniaturisierten Empfängers und einer Verarbeitung mit dem MATLAB-kompatiblen Mathematikprogramm Octave implementiert. Die benötigte Software wird den Studierenden zur Verfügung gestellt.

Content:

1. Introduction
2. Signal representation and discrete signals

a. Continuous and discrete signals
b. Signal spectrum
c. Downsampling and upsampling
3. Structure and signals of a Software Defined Radio
a. Block diagram of a Software Defined Radio
b. Base band signals and carrier signals
c. Receiver topologies
d. Signals in a Software Defined Radio
4. Wireless networks
5. Transmission path
a. Radio link
b. Antennas
6. Performance data of a receiver
a. Noise
b. Nonlinearities
c. Dynamic range of a receiver
7. Digital Down Converter
a. CIC filter
b. Polyphase FIR filter
c. Halfband filter cascade
d. Interpolation
8. Demodulation of digital modulated signals
a. Introduction
b. Demodulation of a GFSK/PAM packet transmission

The module Communication Electronics deals with aspects of circuitry and signal processing of wireless communication systems, built up as so-called "Software Defined Radio" systems. A receiver of a simple telemetry system serves as an example, being examined starting from its antenna to the user data output. The focus lies on the structure and the characteristic of the receiver's hardware as well as the algorithms for the reception of telemetry signals. A typical system is implemented using a miniaturized receiver and processing with the MATLAB-compatible Octave math program. The required software is provided to the students.

Lernziele und Kompetenzen:

1. Die Studierenden verstehen die grundlegende Funktionsweise eines Software Defined Radio (SDR) Systems, d.h. sie verstehen die Funktionsweise der einzelnen Signalverarbeitungsschritte sowie die auftretenden Signale selbst.
2. Die Studierenden analysieren die Leistungsfähigkeit der analogen Komponenten eines SDR Systems und können Verfahren zur Optimierung dieser Komponenten selbständig anwenden.
3. Die Studierenden analysieren die digitalen Verarbeitungsschritte ausgewählter Modulationsarten und können damit selbst die digitale Signalverarbeitung eines SDR Senders und Empfängers erschaffen.

1. The students will understand the basic operation of a Software Defined Radio (SDR) system, i.e. the students will understand how the individual signal processing steps work as well as the signals themselves.
2. The students analyze the performance of the analog components of an SDR system and are able to apply procedures for optimizing these components independently.
3. The students analyse the digital processing steps of selected modulation types and are able to create the digital signal processing of an SDR transmitter and receiver themselves.

Literatur:

Skriptum zur Veranstaltung im StudON verfügbar: https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_117973

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Informationstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "247#56#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "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)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Kommunikationselektronik (Prüfungsnummer: 27301)
(englische Bezeichnung: Communication Electronics)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Jörg Robert

Organisatorisches:

Organisatorisches / Sprache: Skripte: deutsche und englische Vorlesungsfolien Vorlesungssprache: Deutsch Prüfungssprache: Englisch und Deutsch unabhängig vom Studiengang

Modulbezeichnung:	**Kommunikationsnetze (KONE)** (Communication Networks)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	André Kaup	
Lehrende:	André Kaup	

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

Lehrveranstaltungen:

Kommunikationsnetze (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, André Kaup)
Übung zu Kommunikationsnetze (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Matthias Kränzler)

Empfohlene Voraussetzungen:

Kenntnisse über Grundbegriffe der Stochastik

Inhalt:

Hierarchische Strukturen von Netzfunktionen
OSI-Schichtenmodell, Kommunikation im OSI-Modell, Datenstrukturen, Vermittlungseinrichtungen
Datenübertragung von Punkt zu Punkt
Signalverarbeitung in der physikalischen Schicht, synchrones und asynchrones Multiplex, Verbindungsarten
Zuverlässige Datenübertragung
Fehlervorwärtskorrektur, Single-Parity-Check-Code, Stop-and-Wait-ARQ, Go-back-N-ARQ, Selective-Repeat-ARQ
Vielfachzugriffsprotokoll
Polling, Token Bus und Token Ring, ALOHA, slotted ALOHA, Carrier-Sensing-Verfahren
Routing
Kommunikationsnetze als Graphen, Fluten, vollständiger Baum und Hamilton-Schleife, Dijkstra-Algorithmus, Bellman-Ford-Algorithmus, statisches Routing mit Alternativen
Warteraumtheorie
Modell und Definitionen, Littles Theorem, Exponentialwarteräume, Exponentialwarteräume mit mehreren Bedienstationen, Halbexponentialwarteräume
Systembeispiel Internet-Protokoll
Internet Protokoll (IP), Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP)
Multimedianetze
Klassifikation von multimedialen Anwendungen, Codierung von Multimediadaten, Audio- und Video-Streaming, Protokolle für interaktive Echtzeit-Anwendungen (RTP, RTCP), Dienstklassen und Dienstgütegarantien

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden
- verstehen den hierarchischen Aufbau von digitalen Kommunikationsnetzen
- unterscheiden grundlegende Algorithmen für zuverlässige Datenübertragung mit Rückkanal und beurteilen deren Leistungsfähigkeit
- analysieren Protokolle für Vielfachzugriff in digitalen Kommunikationsnetzen und berechnen deren Durchsatz
- unterscheiden Routingverfahren und berechnen optimale Vermittlungswege für beispielhafte Kommunikationsnetze
- abstrahieren und strukturieren Warteräume in Kommunikationsnetzen und berechnen maßgebliche Kenngrößen wie Aufenthaltsdauer und Belegung
- verstehen grundlegende Mechanismen für die verlustlose und verlustbehaftete Codierung von Mediendaten
- kennen die maßgeblichen Standards des Internets für Sicherung, Vermittlung und Transport von digitalen Daten

Literatur:

M. Bossert, M. Breitbach, „Digitale Netze“, Stuttgart: Teubner-Verlag, 1999

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Informationstechnik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung und Übung Kommunikationsnetze (Prüfungsnummer: 22901)
(englische Bezeichnung: Lecture/Tutorial: Communication Networks)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: André Kaup

Organisatorisches:

keine Voraussetzungen

Modulbezeichnung:	**Signale und Systeme I (SISY I)** (Signals and Systems I)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	André Kaup	
Lehrende:	Jürgen Seiler, André Kaup	

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

Lehrveranstaltungen:

Signale und Systeme I (WS 2021/2022, Vorlesung, 2,5 SWS, André Kaup)
Übung zu Signale und Systeme I (WS 2021/2022, Übung, 1,5 SWS, Frank Sippel)
Tutorium zu Signale und Systeme I (WS 2021/2022, optional, Tutorium, 1 SWS, Simon Grosche et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Modul „Grundlagen der Elektrotechnik I+II“ **oder** Module „Einführung in die IuK“ sowie „Elektronik und Schaltungstechnik“

Inhalt:

Kontinuierliche Signale
Elementare Operationen, Delta-Impuls, Energie und Leistung, Skalarprodukt und Orthogonalität, Faltung und Korrelation

Fourier-Transformation
Definition, Symmetrien, inverse Transformation, Sätze und Korrespondenzen

Laplace-Transformation
Definition, Eigenschaften und Sätze, Inverse Transformation, Korrespondenzen

Kontinuierliche LTI-Systeme im Zeitbereich
Impulsantwort, Sprungantwort, Beschreibung durch Differentialgleichungen, Direktformen, Zustandsraumdarstellung, äquivalente Zustandsraumdarstellungen, Transformation auf Diagonalform

Kontinuierliche LTI-Systeme im Frequenzbereich
Eigenfunktionen, Systemfunktion und Übertragungsfunktion, Verkettung von LTI-Systemen, Zustandsraumbeschreibung im Frequenzbereich

Kontinuierliche LTI-Systeme mit Anfangsbedingungen
Lösung mit der Laplace-Transformation, Lösung über die Zustandsraumbeschreibung, Zusammenhang zwischen Anfangswert und Anfangszustand

Kontinuierliche LTI-Systeme mit speziellen Übertragungsfunktionen
Reellwertige Systeme, verzerrungsfreie Systeme, linearphasige Systeme, minimalphasige Systeme und Allpässe, idealer Tiefpass und idealer Bandpass

Kausalität und Hilbert-Transformation
Kausale kontinuierliche LTI-Systeme, Hilbert-Transformation, analytisches Signal

Stabilität und rückgekoppelte Systeme
Übertragungsstabilität, kausale stabile kontinuierliche LTI-Systeme, Stabilitätskriterium von Hurwitz, rückgekoppelte Systeme

Abtastung und periodische Signale
Delta-Impulskamm und seine Fourier-Transformierte, Fourier-Transformierte periodischer Signale, Abtasttheorem, ideale und nichtideale Abtastung und Rekonstruktion, Abtastung im Frequenzbereich

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- analysieren kontinuierliche Signale mit Hilfe der Fourier- und Laplace-Transformation
- bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme
- berechnen System- und Übertragungsfunktionen für kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme
- analysieren die Eigenschaften von kontinuierlichen linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung

- stufen kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme an-hand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein
- bewerten Kausalität und Stabilität von kontinuierlichen linearen zeitinvarianten Systemen
- beurteilen die Effekte und Grenzen einer Abtastung von kontinuierlichen Signalen

Literatur:

B. Girod, R. Rabenstein, A. Stenger, „Einführung in die Systemtheorie“, Wiesbaden: Teubner-Verlag, 2005

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Informationstechnik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Signale und Systeme I (Prüfungsnummer: 26801)
(englische Bezeichnung: Signals and Systems I)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: André Kaup

Modulbezeichnung:	**Signale und Systeme II (SISY II)** (Signals and Systems II)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	André Kaup	
Lehrende:	Christian Herglotz, Nils Genser, André Kaup	

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

Lehrveranstaltungen:

Signale und Systeme II (SS 2022, Vorlesung, 2,5 SWS, André Kaup)
Übung zu Signale und Systeme II (SS 2022, Übung, 1,5 SWS, Christian Herglotz)
Tutorium zu Signale und Systeme II (SS 2022, optional, Tutorium, 1 SWS, Hannah Och)

Inhalt:

Diskrete Signale
Elementare Operationen und Eigenschaften, spezielle diskrete Signale, Energie und Leistung, Skalarprodukt und Orthogonalität, Faltung und Korrelation

Zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT)
Definition, Beispiele, Korrespondenzen, inverse zeitdiskrete Fourier-Transformation, Eigenschaften und Sätze

Diskrete Fourier-Transformation (DFT)
Definition, Beispiele, Korrespondenzen, Eigenschaften und Sätze, Faltung mittels der diskreten Fourier-Transformation, Matrixschreibweise, schnelle Fourier-Transformation (FFT)

z-Transformation
Definition, Beispiele, Korrespondenzen, inverse z-Transformation, Eigenschaften und Sätze

Diskrete LTI-Systeme im Zeitbereich
Beschreibung durch Impulsantwort und Faltung, Beschreibung durch Differenzengleichungen, Beschreibung durch Zustandsraumdarstellung

Diskrete LTI-Systeme im Frequenzbereich
Eigenfolgen, Systemfunktion und Übertragungsfunktion, Verkettung von LTI-Systemen, Zustandsraumbeschreibung im Frequenzbereich

Diskrete LTI-Systeme mit speziellen Übertragungsfunktionen
Reellwertige Systeme, verzerrungsfreie Systeme, linearphasige Systeme, minimalphasige Systeme und Allpässe, idealer Tiefpass und ideale Bandpässe, idealer Differenzierer

Kausale diskrete LTI-Systeme und Hilbert-Transformation
Kausale diskrete LTI-Systeme, Hilbert-Transformation für periodische Spektren, analytisches Signal und diskreter Hilbert-Transformator

Stabilität diskreter LTI-Systeme
BIBO-Stabilität, kausale stabile diskrete Systeme, Stabilitätskriterium für Systeme N-ter Ordnung

Beschreibung von Zufallssignalen
Erwartungswerte, stationäre und ergodische Zufallsprozesse, Autokorrelations- und Korrelationsfunktion, Leistungsdichtespektrum, komplexwertige Zufallssignale

Zufallssignale und LTI-Systeme
Verknüpfung von Zufallssignalen, Reaktion von LTI-Systemen auf Zufallssignale, Wienerfilter

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- analysieren diskrete Signale mit Hilfe der zeitdiskreten Fourier-Transformation und berechnen deren diskrete Fourier-Transformation
- bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für diskrete lineare zeitinvariante Systeme
- berechnen System- und Übertragungsfunktionen für diskrete lineare zeitinvariante Systeme
- analysieren die Eigenschaften von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung

- stufen diskrete lineare zeitinvariante Systeme anhand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein
- bewerten Kausalität und Stabilität von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen
- bewerten diskrete Zufallssignale durch Berechnung von Erwartungswerten und Korrelationsfunktionen
- beurteilen die wesentlichen Effekte einer Filterung von diskreten Zufallssignalen durch diskrete lineare zeitinvariante Systeme

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Informationstechnik)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Signale und Systeme II (Prüfungsnummer: 26802)
(englische Bezeichnung: Signals and Systems II)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: André Kaup

Modulbezeichnung:	**Statistische Signalverarbeitung (STASIP)** (Statistical Signal Processing)	**5 ECTS**
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, Zyklostationarität, 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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Informationstechnik)

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)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Medizintechnik (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.

Erstablegung: 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:	**Modellbildung in der Regelungstechnik (MRT)** (Modelling of Dynamics for Control System Design)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Thomas Moor	
Lehrende:	Thomas Moor, Yiheng Tang	

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

Lehrveranstaltungen:

Modellbildung in der Regelungstechnik (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Thomas Moor)
Übungen zu Modellbildung in der Regelungstechnik (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Yiheng Tang)

Inhalt:

- Gewöhnliche Differentialgleichungen als mathematisches Modell technischer Prozesse
- Zustandsraumdarstellung, Linearisierung, Übertragungsfunktionen
- Regelungstechnische Modelle mechanischer Systeme
- Regelungstechnische Modelle chemischer Prozesse
- Numerische Verfahren zur Simulation

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- erläutern grundlegende Vorgehensweisen und Techniken der Modellbildung,
- entwickeln umfassende regelungstechnische Modelle für einfache technische Prozesse,
- entwickeln Modelle komplexer mechanischer Systeme,
- erläutern etablierte Modelle ausgewählter chemischer Prozesse,
- diskutieren die vorgestellten Verfahren zur Simulation mit geeigneten Mitteln der Mathematik.

Literatur:

Woods, R.L., Lawrence, K.L.: Modeling and Simulation of Dynamic Systems, Prentice Hall, 1997

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung und Übung Modellbildung in der Regelungstechnik_ (Prüfungsnummer: 22401)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Thomas Moor

Organisatorisches:

Erlaubte Hilfsmittel bei Prüfungen: eigene handschriftliche Zusammenfassung

Modulbezeichnung:	**Numerische Optimierung und modellprädiktive Regelung (OPT)** (Numerical Optimization and Model Predictive Control)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Knut Graichen	
Lehrende:	Paulina Spenger, Andreas Völz	

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

Lehrveranstaltungen:

Numerische Optimierung und modellprädiktive Regelung (WS 2021/2022, Vorlesung, 3 SWS, Andreas Völz et al.)

Übungen zu Numerische Optimierung und modellprädiktive Regelung (WS 2021/2022, Übung, 1 SWS, Andreas Völz et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Grundkenntnisse der höheren Mathematik (insbesondere lineare Algebra)

Beschreibung dynamischer Systeme im Zeitbereich (Einführung in die Systemtheorie oder Regelungstechnik B)

Inhalt:

Viele Probleme in der Wirtschaft und Industrie verlangen eine optimale Lösung unter Berücksichtigung gewisser Kriterien und Beschränkungen. Mathematisch formuliert führt dies auf ein Optimierungsproblem. Unterschieden wird dabei zwischen statischer Optimierung ("Parameteroptimierung") und dynamischer Optimierung, bei der ein dynamischer Prozess zugrunde liegt und z.B. eine optimale Regelung gesucht wird. In der Vorlesung werden die mathematischen Grundlagen der Optimierung vermittelt und eine Einführung in numerische Verfahren zur Lösung von statischen und dynamischen Optimierungsproblemen gegeben. Des Weiteren wird auf die modellprädiktive Regelung (Englisch: Model Predictive Control - MPC) nichtlinearer Systeme eingegangen und neben den Fragen der Stabilität im geschlossenen Regelkreis insbesondere auf die echtzeitfähige numerische Umsetzung für hochdynamische Systeme mit Abtastzeiten im Millisekundenbereich eingegangen. Dabei wird den Studierenden anhand moderner Software-Werkzeuge (bspw. der MPC-Toolbox GRAMPC) vermittelt, wie die modellprädiktive Regelung für praxisnahe nichtlineare Systeme mit Beschränkungen effizient eingesetzt werden kann.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden können

- die Problemklassen der statischen und dynamischen Optimierung unterscheiden.
- praktische Optimierungsprobleme mathematisch formulieren und analysieren.
- Optimalitätsbedingungen für ein zugrundliegendes beschränktes oder unbeschränktes Optimierungsproblem aufstellen und mit Hilfe geeigneter numerischer Verfahren und gängiger Software-Tools lösen.
- die nichtlineare modellprädiktive Regelung gemäß ihrer verschiedenen Formulierungen und Stabilitätskriterien klassifizieren.
- einen modellprädiktiven Regler für eine gegebene Regelungsaufgabe formulieren und auf Stabilität im geschlossenen Kreis analysieren.
- echtzeitfähige modellprädiktive Regler für nichtlineare Systeme mit Beschränkungen auslegen.
- moderne Software-Tools zur hocheffizienten und echtzeitfähigen numerischen Berechnung von nichtlinearen modellprädiktiven Reglern einsetzen.

Literatur:

- S. Boyd, L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004
- J. Nocedal, S.J. Wright. Numerical Optimization. New York: Springer, 2006
- M. Papageorgiou, M. Leibold, M. Buss. Optimierung. Berlin: Springer, 2012

- C.T. Kelley. Iterative Methods for Optimization. Society for Industrial und Applied Mathematics (SIAM), 1999
- D.P. Bertsekas. Nonlinear Programming. Belmont. Athena Scientific, 1999
- E. Camacho, C. Alba. Model Predictive Control. 2. Auflage, Springer, 2004
- L. Grüne, J. Pannek. Nonlinear Model Predictive Control: Theory and Algorithms, Springer, 2011

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Numerische Optimierung und modellprädiktive Regelung (Prüfungsnummer: 983846)
(englische Bezeichnung: Numerical Optimization and Modelpredictive Control)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100,0%
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Knut Graichen

Modulbezeichnung:	**Numerische Optimierung und modellprädiktive Regelung (OPT)** (Numerical Optimization and Model Predictive Control)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Knut Graichen	
Lehrende:	Paulina Spenger, Knut Graichen	

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

Lehrveranstaltungen:

Exercises for Numerical Optimization and Model Predictive Control (SS 2022, Übung, 1 SWS, Paulina Spenger)

Numerical Optimization and Model Predictive Control (SS 2022, Vorlesung, 3 SWS, Knut Graichen)

Empfohlene Voraussetzungen:

Grundkenntnisse der höheren Mathematik (insbesondere lineare Algebra)

Beschreibung dynamischer Systeme im Zeitbereich (Einführung in die Systemtheorie oder Regelungstechnik B)

Inhalt:

Viele Probleme in der Wirtschaft und Industrie verlangen eine optimale Lösung unter Berücksichtigung gewisser Kriterien und Beschränkungen. Mathematisch formuliert führt dies auf ein Optimierungsproblem. Unterschieden wird dabei zwischen statischer Optimierung ("Parameteroptimierung") und dynamischer Optimierung, bei der ein dynamischer Prozess zugrunde liegt und z.B. eine optimale Regelung gesucht wird. In der Vorlesung werden die mathematischen Grundlagen der Optimierung vermittelt und eine Einführung in numerische Verfahren zur Lösung von statischen und dynamischen Optimierungsproblemen gegeben. Des Weiteren wird auf die modellprädiktive Regelung (Englisch: Model Predictive Control - MPC) nichtlinearer Systeme eingegangen und neben den Fragen der Stabilität im geschlossenen Regelkreis insbesondere auf die echtzeitfähige numerische Umsetzung für hochdynamische Systeme mit Abtastzeiten im Millisekundenbereich eingegangen. Dabei wird den Studierenden anhand moderner Software-Werkzeuge (bspw. der MPC-Toolbox GRAMPC) vermittelt, wie die modellprädiktive Regelung für praxisnahe nichtlineare Systeme mit Beschränkungen effizient eingesetzt werden kann.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden können

- die Problemklassen der statischen und dynamischen Optimierung unterscheiden.
- praktische Optimierungsprobleme mathematisch formulieren und analysieren.
- Optimalitätsbedingungen für ein zugrundliegendes beschränktes oder unbeschränktes Optimierungsproblem aufstellen und mit Hilfe geeigneter numerischer Verfahren und gängiger Software-Tools lösen.
- die nichtlineare modellprädiktive Regelung gemäß ihrer verschiedenen Formulierungen und Stabilitätskriterien klassifizieren.
- einen modellprädiktiven Regler für eine gegebene Regelungsaufgabe formulieren und auf Stabilität im geschlossenen Kreis analysieren.
- echtzeitfähige modellprädiktive Regler für nichtlineare Systeme mit Beschränkungen auslegen.
- moderne Software-Tools zur hocheffizienten und echtzeitfähigen numerischen Berechnung von nichtlinearen modellprädiktiven Reglern einsetzen.

Literatur:

- S. Boyd, L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004
- J. Nocedal, S.J. Wright. Numerical Optimization. New York: Springer, 2006
- M. Papageorgiou, M. Leibold, M. Buss. Optimierung. Berlin: Springer, 2012

- C.T. Kelley. Iterative Methods for Optimization. Society for Industrial und Applied Mathematics (SIAM), 1999
- D.P. Bertsekas. Nonlinear Programming. Belmont. Athena Scientific, 1999
- E. Camacho, C. Alba. Model Predictive Control. 2. Auflage, Springer, 2004
- L. Grüne, J. Pannek. Nonlinear Model Predictive Control: Theory and Algorithms, Springer, 2011

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Numerische Optimierung und modellprädiktive Regelung (Prüfungsnummer: 983846)
(englische Bezeichnung: Numerical optimization and modelpredictive control)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Knut Graichen

Modulbezeichnung:	**Regelung nichtlinearer Systeme (RNS)** (Control of Nonlinear Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Knut Graichen	
Lehrende:	Knut Graichen	

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

Lehrveranstaltungen:

Exercises for Nonlinear Control Systems (SS 2022, Übung, 1 SWS, Daniel Landgraf)
Nonlinear Control Systems (SS 2022, Vorlesung, 3 SWS, Knut Graichen)

Empfohlene Voraussetzungen:

Basic knowledge of advanced mathematics
Linear control theory (state space methods), e.g. "Regelungstechnik B"

Inhalt:

Many control problems are nonlinear by nature. Classical control methods are based on linear approximations or a linearization of these systems in the neighborhood of setpoints to be controlled. In contrast to linear control theory, this module focuses on advanced nonlinear methods for the analysis and control of nonlinear systems by exploiting structural properties. In summary, the course covers the following topics:

- Examples of nonlinear physical systems and nonlinear phenomena
- Introduction to computer algebra software
- Analysis of nonlinear systems
- Stability of nonlinear systems (Lyapunov stability)
- Lyapunov-bases control design (Backstepping)
- Reachability/controllability and observability of nonlinear systems
- Exact linearization via feedback
- Differential flatness of nonlinear systems
- Flatness-based feedforward and feedback control of nonlinear systems

Lernziele und Kompetenzen:

After successful completion of the module, students will be able to

- describe and analyze nonlinear systems
- determine the input/output behavior of nonlinear systems
- design nonlinear state feedback controllers via exact input-output and input-state linearization
- apply the concept of differential flatness for the feedforward feedback control of nonlinear systems
- use computer algebra software for the analysis and control design of nonlinear systems

Literatur:

- H.K. Khalil. Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2002
- S. Sastry. Nonlinear Systems, Springer, 1999
- A. Isidori. Nonlinear Control Systems, Springer, 3. Auflage, 1995
- J. Adamy. Nichtlineare Regelungen, Springer, 2009
- J.-J. Slotine, W. Li. Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991
- M. Vidyasagar. Nonlinear Systems Analysis, Prentice Hall, 2. Auflage, 1993
- M. Krstic, I. Kanellakopoulos, P. Kokotovic. Nonlinear and Adaptive Control Design, John Wiley & Sons, 1995

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Regelung nichtlinearer Systeme (Prüfungsnummer: 36801)
(englische Bezeichnung: Control of nonlinear systems)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Knut Graichen

Modulbezeichnung:	**Schätzverfahren in der Regelungstechnik (SRT)** (Estimation Methods for Control System Design)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Thomas Moor	
Lehrende:	Thomas Moor, Yiheng Tang	

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

Lehrveranstaltungen:

Schätzverfahren in der Regelungstechnik (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Thomas Moor)
Übungen zu Schätzverfahren in der Regelungstechnik (SS 2022, Übung, 2 SWS, Yiheng Tang)

Empfohlene Voraussetzungen:

Grundlagen der Analysis und Algebra, wie sie z.B. in den Veranstaltungen "Mathematik für Ingenieure" angeboten werden; Grundlagen der Regelungstechnik, z.B. durch Belegung der Module:

- Regelungstechnik A (Grundlagen) (WS 2017/2018)
- Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (WS 2017/2018)

Inhalt:

- Überbestimmte lineare Gleichungssysteme zur Parameter und Zustandsschätzung
- Least Squares Schätzer via quadratischer Ergänzung
- Least Squares Schätzer via Projektionssatz
- Linear Least Mean Squares Schätzer stochastischer Größen
- Kalman-Filter
- Extended Kalman-Filter

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- erkennen, ob und wie eine regelungstechnische Problemstellung in dem vorgestellten Rahmen der Schätzverfahren formuliert und gelöst werden kann
- erläutern die herangezogenen mathematischen Grundlagen, insbesondere aus der linearen Algebra
- können die vermittelten Ansätze an im Kontext von einfachen Beispielen anwenden und die jeweils erzielten Ergebnisse kritisch bewerten.

Literatur:

Kailath et al.; Linear Estimation, Prentice Hall, 2000.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

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)", "Informatik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Schätzverfahren in der Regelungstechnik (Prüfungsnummer: 49611)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Thomas Moor

Organisatorisches:

Erlaubte Hilfsmittel bei Prüfungen: eigene handschriftliche Zusammenfassung

Modulbezeichnung:	**Human-centered mechatronics and robotics (HMR)** (Human-centered mechatronics and robotics)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Philipp Beckerle	
Lehrende:	Philipp Beckerle	

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

Lehrveranstaltungen:

Human-centered mechatronics and robotics (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Philipp Beckerle et al.)
Human-centered mechatronics and robotics (UE) (SS 2022, Übung, 2 SWS, Adna Bliek)

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

Regelungstechnik A (Grundlagen)

Inhalt:

- Human-oriented design methods
- Biomechanics
- Motions, measurement, and analysis
- Biomechanical models
- Elastic robotics
- Elastic actuators
- Control methods
- Cognitive and physical human-robot interaction
- Empirical research methods
- Research process and experiment design
- Research methods, interferences, and ethics
- System integration and fault treatment

The exercise will combine simulation sessions and a flip-the-classroom seminar where student groups present recent research papers and discuss them with all attendees.

Lernziele und Kompetenzen:

On successful completion of this module, students will be able to:

- Tackle the interdisciplinary challenges of human-centered robot design.
- Use engineering methods for modeling, design, and control to develop human-centered robots.
- Apply methods from psychology (perception, experience), biomechanics (motion and human models), and engineering (design methodology) and interpret their results.
- Develop robotic systems that are provide user-oriented interaction characteristics in addition to efficient and reliable operation.

Literatur:

- Ott, C. (2008). Cartesian impedance control of redundant and flexible-joint robots. Springer.
- Whittle, M. W. (2014). Gait analysis: an introduction. Butterworth-Heinemann.
- Burdet, E., Franklin, D. W., & Milner, T. E. (2013). Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press.
- Gravetter, F. J., & Forzano, L. A. B. (2018). Research methods for the behavioral sciences. Cengage Learning.
- Further topic-specific text books and selected research articles.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Human-centered mechatronics and robotics (Prüfungsnummer: 23451)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

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

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

1. Prüfer: Philipp Beckerle

Modulbezeichnung:	**Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik (MLRT)** (Machine Learning in Control Engineering)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Knut Graichen	
Lehrende:	Andreas Michalka, Johannes Reinhard	

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

Lehrveranstaltungen:

Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Andreas Michalka et al.)

Übungen Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Andreas Michalka et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

- Grundkenntnisse der höheren Mathematik
- Grundkenntnisse der Regelungstechnik

Inhalt:

Die Vorlesung vermittelt Grundbegriffe und Grundlagen zu Methoden des Maschinellen Lernens, die aktuell verstärkt in der Regelungstechnik Einzug halten. Die Anwendungen gehen hier von der einfachen Parameteridentifikationsaufgabe bis hin zu gänzlich auf Maschinellem Lernen basierenden Regelungsverfahren.

Inhalte der Vorlesung:

- Grundbegriffe des Maschinellen Lernens und von Zufallsprozessen
- Iterativ lernende Regelung
- Lineare Regression
- Gaußprozess-Regression
- Logistische Regression und Support Vector Machine
- Neuronale Netze
- Reinforcement Learning

Lernziele und Kompetenzen:

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden:

- können die Grundbegriffe des maschinellen Lernens und von dafür eingesetzten Optimierungsverfahren sowie der Anwendung der Methoden in der Regelungstechnik erklären.
- können verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens voneinander abgrenzen und im Detail erläutern.
- können verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens in regelungstechnischen Anwendungen umsetzen.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik (Prüfungsnummer: 49681)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Knut Graichen

Modulbezeichnung:	**Nonlinear Control Systems (NCS)** (Nonlinear Control Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Knut Graichen	
Lehrende:	Knut Graichen, Daniel Landgraf	

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

Lehrveranstaltungen:

Nonlinear Control Systems (SS 2022, Vorlesung, 3 SWS, Knut Graichen)
Exercises for Nonlinear Control Systems (SS 2022, Übung, 1 SWS, Daniel Landgraf)

Empfohlene Voraussetzungen:

Basic knowledge of advanced mathematics
Linear control theory (state space methods), e.g. "Regelungstechnik B"

Inhalt:

Many control problems are nonlinear by nature. Classical control methods are based on linear approximations or a linearization of these systems in the neighborhood of setpoints to be controlled. In contrast to linear control theory, this module focuses on advanced nonlinear methods for the analysis and control of nonlinear systems by exploiting structural properties. In summary, the course covers the following topics:

- Examples of nonlinear physical systems and nonlinear phenomena
- Introduction to computer algebra software
- Analysis of nonlinear systems
- Stability of nonlinear systems (Lyapunov stability)
- Lyapunov-bases control design (Backstepping)
- Reachability/controllability and observability of nonlinear systems
- Exact linearization via feedback
- Differential flatness of nonlinear systems
- Flatness-based feedforward and feedback control of nonlinear systems

Lernziele und Kompetenzen:

After successful completion of the module, students will be able to

- describe and analyze nonlinear systems
- determine the input/output behavior of nonlinear systems
- design nonlinear state feedback controllers via exact input-output and input-state linearization
- apply the concept of differential flatness for the feedforward feedback control of nonlinear systems
- use computer algebra software for the analysis and control design of nonlinear systems

Literatur:

- H.K. Khalil. Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2002
- S. Sastry. Nonlinear Systems, Springer, 1999
- A. Isidori. Nonlinear Control Systems, Springer, 3. Auflage, 1995
- J. Adamy. Nichtlineare Regelungen, Springer, 2009
- J.-J. Slotine, W. Li. Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991
- M. Vidyasagar. Nonlinear Systems Analysis, Prentice Hall, 2. Auflage, 1993
- M. Krstic, I. Kanellakopoulos, P. Kokotovic. Nonlinear and Adaptive Control Design, John Wiley & Sons, 1995

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Nonlinear Control Systems (Prüfungsnummer: 25291)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

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

1. Prüfer: Knut Graichen

Modulbezeichnung:	**Robot mechanisms and user interfaces (RMI)** (Robot mechanisms and user interfaces)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Philipp Beckerle, Mehmet Ege Cansev	
Lehrende:	Mehmet Ege Cansev, Philipp Beckerle	

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

Lehrveranstaltungen:

Robot mechanisms and user interfaces (WS 2021/2022, Vorlesung, 2,5 SWS, Philipp Beckerle)
Robot mechanisms and user interfaces (UE) (WS 2021/2022, Übung, 2,5 SWS, Mehmet Ege Cansev)

Inhalt:

Mechanical components, short overview/repetition of machine elements, Robot mechanisms, Kinematic parameters and calculations, Evaluation metrics and design methods, Redundant mechanisms and actuation, Human-robot interfaces, Intend detection (sensing) and haptic stimulation (actuators), Interface system design and evaluation, Mechanical and cognitive user models

A flip-the-classroom seminar with student presentations and discussion is part of the lecture. The laboratory exercise will be a mini design project in which student groups create their own low-budget haptic human-machine interfaces.

Lernziele und Kompetenzen:

On successful completion of this module, students will be able to: Understand robot mechanisms and apply kinematic calculations for their design and control, Exploit redundancy in kinematic chains and actuation systems, Know components of human-machine interfaces and be able to design such systematically, Know approaches to model human characteristics and behavior for human-machine interface design.

Literatur:

Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker. Lenarcic, J., Bajd, T., & Stanisic;, M. M. (2013). Robot mechanisms. Springer. Hatzfeld, C., & Kern, T. A. (2016). Engineering haptic devices. Springer. Selected research articles.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Robot mechanisms and user interfaces (Prüfungsnummer: 23591)
(englische Bezeichnung: Robot mechanisms and user interfaces)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022, 2. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Philipp Beckerle

Modulbezeichnung:	**Robotics 1 (ROB1)** (Robotics 1)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Knut Graichen	
Lehrende:	Julian Kißkalt, Andreas Völz	

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

Lehrveranstaltungen:

Robotics 1 (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Andreas Völz et al.)
Excercises to Robotics 1 (SS 2022, Übung, 2 SWS, Andreas Völz et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

- Basis knowledge of advanced mathematics
- Basic knowledge of control theory

Inhalt:

This lecture introduces the fundamentals of robotics with a focus on manipulator control. The course covers the following topics:

- Modeling: coordinate systems and transformations, parameterization of rotation matrices, forward and inverse kinematics, Jacobians and singularities
- Trajectory planning: polynomial and trapezoidal trajectories, trajectories with intermediate points, trajectories in task space
- Linear control: actuator dynamics, decentralized motion control, basics of task space and force control

Lernziele und Kompetenzen:

After successful completion of the module, students will be able to

- mathematically describe and analyze the kinematics of robotic manipulators.
- plan trajectories for robot motions.
- design and implement linear methods for robot motion and force control.

Literatur:

M. Spong, S. Hutchinson und M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control. Wiley, 2005.
B. Siciliano, L. Sciavicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009.
J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Robotics and automation)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Robotics 1 (Control fundamentals) (ROB1) (Prüfungsnummer: 25191)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Knut Graichen

Modulbezeichnung:	**Astronomie (INF) (NF-INF-Astro)** (Astronomy)	**15 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Ulrich Heber, Manami Sasaki, Jörn Wilms	
Lehrende:	Jörn Wilms	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 165 Std.	Eigenstudium: 285 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Astronomie 1

Einführung in die Astronomie 1 (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Manami Sasaki)

Übung zur Einführung in die Astronomie 1 (WS 2021/2022, optional, Übung, 1 SWS, Manami Sasaki)

Astronomie 2

Einführung in die Astronomie 2 (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Manami Sasaki)

Übung zur Einführung in die Astronomie 2 (SS 2022, optional, Übung, 1 SWS, Manami Sasaki)

Astronomisches Praktikum

Astronomisches Praktikum (Informatiker) (SS 2022, Praktikum, 8 SWS, Manami Sasaki et al.)

Inhalt:

Das Modul gibt eine Beschreibung der wesentlichen Bestandteile des Universums und der naturwissenschaftlichen Methoden, die es uns erlauben, ihre Entfernungen, Größenskalen, Massen und physikalische Natur zu verstehen.

Im Einzelnen werden behandelt:

- Geschichtlicher Hintergrund der Astronomie
- Sonnensystem: Planetenbewegung und Keplersche Gesetze, Eigenschaften der Planeten und der kleinen Objekte im Sonnensystem (Auswahl aus: innerer Aufbau der Planeten, planetare Oberflächen, Atmosphären, Ringe), extrasolare Planeten.
- Sterne: Entfernungen, Temperaturen, Spektren, Massen, Hertzsprung-Russell-Diagramm, innerer Aufbau, Entstehung und Entwicklung, Endstadien der Sternentwicklung, Doppelsterne.
- Milchstraße und andere Galaxien: Aufbau und Entwicklung, Klassifikation, kosmischer Materiekreislauf, Galaxienhaufen, ausgewählte Methoden der Entfernungsbestimmung.
- Das Universum: Entstehung, Hubblesches Gesetz, 3K Hintergrundstrahlung, Entwicklung des Universums.
- Astronomische Messmethoden: Aufbau und Benutzung astronomischer Teleskope, Spektroskopie, Detektoren

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- berichten über die wichtigsten Bestandteile des Universums und ihrer Entwicklung.
- erläutern Methoden zur Messung der Entfernungen von Sternen und Galaxien und wenden diese auf Messungen an.
- bestimmen aus Messdaten Massen und Temperaturen astronomischer Objekte.
- führen einfache astronomische Messungen selbst durch und werten die Ergebnisse aus.
- beschreiben die in der Astronomie notwendige Extrapolation von Ergebnissen von Labormessungen auf astronomische Skalen.
- bedienen typische astronomische Instrumente.

Literatur:

- H. Karttunen, P. Kroger, H. Oja, *Fundamental Astronomy*, Springer, 2003
- M. Kutner, *Astronomy: A Physical Perspective*, Cambridge Univ. Press, 2003

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Astronomie)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung+Übung Einführung in die Astronomie (Prüfungsnummer: 62921)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 66.6666666666667%
weitere Erläuterungen:
Im Wintersemester wird eine 90 minütige Klausur als freiwillige Zwischenprüfung angeboten. Klausurnoten 4.0-2.7 ergeben einen Bonus von 0.3 oder 0.4, Klausurnoten 2.3-1.0 ergeben einen Bonus von 0.6 oder 0.7 für die Gesamtnote des Moduls.
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2022 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Jörn Wilms

Praktikum Astronomie (in den Semesterferien) (Prüfungsnummer: 62922)
(englische Bezeichnung: Laboratory course in astronomy (during semester break))

Studienleistung, Protokollheft
weitere Erläuterungen:
Im Astronomischen Praktikum sind fünf Versuche durchzuführen und in einer Protokollsammlung von ca. 90 Seiten zu dokumentieren. Es ist möglich, die Dokumentation einzelner Versuche vorab zur Zwischenevaluation einzureichen.
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: SS 2022 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Jörn Wilms

Modulbezeichnung:	**Automotive Engineering (AutoEng)** (Automotive Engineering)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Ingo Kriebitzsch	
Lehrende:	Ingo Kriebitzsch	

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

Lehrveranstaltungen:

Automotive Engineering (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Ingo Kriebitzsch)

Inhalt:

Die Vorlesung ist an alle ingenieurwissenschaftliche Studiengänge und Studierenden mit Interesse an einer Tätigkeit in der Automobilindustrie oder deren Umfeld gerichtet. Es werden die Themen der Produktentstehung bis zur Fertigung und Vertrieb beleuchtet. Dabei wird der Aspekt des interdisziplinären Agierens aus unterschiedlichen Blickwinkeln dargestellt. Zum einen werden Einblicke in die technische, konstruktive Umsetzung von wesentlichen Elementen eines Automobils gestreift, zum anderen sollen aber auch strategische und betriebswirtschaftlich bestimmende Größen vermittelt und deren Bedeutung für den Ingenieur vertieft werden. Ziel ist es ein Gesamtverständnis für den Komplex der Automobilindustrie zu vermitteln.

Das Automobil ist zunehmend eines der komplexesten Industriegüter. Es ist geprägt durch gesellschaftliche Anforderungen, gesetzliche Restriktionen und unterschiedlichste Markt- und Kundenwünschen weltweit. Lernen Sie die Herausforderungen für die Ingenieurwissenschaften in der Automobilindustrie kennen, die Zusammenhänge verstehen und die Lösungen zu erarbeiten.

Folgende thematischen Schwerpunkte werden in der Vorlesung behandelt:

- Überblick über die Abläufe und Rahmenbedingungen für die Entwicklung in der Automobilindustrie.
- Die Produktentstehung
- Der Produktionsprozess in der Automobilindustrie
- Integrierte Absicherung
- Handelsorganisation: Markteinführung, Marketingkonzepte, Service und Aftermarket Strategien
- Elektrifizierung, Hybrid, alternative Antriebe
- Elektronik im Fahrzeug: Fahrerassistenz, Navigation, Kommunikation
- Neue Technologien für die Herstellung von Karosserien
- Passive und aktive Sicherheit. Trend und Markttendenzen, technische Lösungen
- Entwicklung der Fahrdynamik
- IT-Systeme in der Automobilindustrie
- Spitzenleistungen als faszinierende Herausforderungen (Designstudien, Experimentalfahrzeuge, Rennsport)
- Qualitätsmanagement

Lernziele und Kompetenzen:

Nach besuch der Vorlesung sind die Studierenden in der Lage:

- Einen Überblick über die Produktentstehung bin hin zur Serienentwicklung zu geben
- Die Produktionsprozesse im Automobilbau zu verstehen
- Supportprozesse wie die integrierte Absicherung zu verstehen
- Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Antriebstechnologien zu nennen
- Einen Überblick von Elektrik und Elektronik im Fahrzeug zu haben
- Einflüsse auf die Fahrzeugdynamik zu verstehen

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Computerintegrierte Produktion)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau

(Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Automotive Engineering (Prüfungsnummer: 53401)
(englische Bezeichnung: Automotive Engineering)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: keine Wdh.
1. Prüfer: Jörg Franke

Modulbezeichnung:	**Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System (WZM MS)** (Machine Tools as a Mechatronic System)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Siegfried Rußwurm	
Lehrende:	Siegfried Rußwurm	

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

Lehrveranstaltungen:

Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Siegfried Rußwurm)

Inhalt:

- Bedeutung der Mechatronik im Werkzeugmaschinenbau
- Grundlegende Begrifflichkeiten mit Bezug auf den Werkzeugmaschinenbau zu den Themen Mechanik, Elektrotechnik und Software
- Analyse, Modellierung und Regelung von Werkzeugmaschinen
- CNC-Steuerungstechnik für die Werkzeugmaschine
- Parallelkinematik-Maschinen
- Evolution der Drehmaschinen
- Vertikale und horizontale IT-Integration

Lernziele und Kompetenzen:

Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- wesentliche mechatronische Komponenten der Werkzeugmaschine zu benennen und zu erläutern.
- Modellversuche zur elektrischen Antriebstechnik durchzuführen.
- eine analytische Vorgehensweise zur regelungstechnischen Modellbildung anzuwenden.
- Regelungstechnische Möglichkeiten der elektrischen Antriebstechnik darzustellen.
- die CNC - Verfahrenskette vom CAD-Geometriemodell zur Werkzeugposition zu erklären.
- Konsequenzen alternativer Maschinenkonzepte (Parallelkinematiken, modulare Maschinen) zu erläutern.
- Werkzeugmaschinen als IT-Komponenten (horizontale und vertikale Integration und Kommunikation) darzustellen.
- Mechatronische Systeme im allg. Maschinenbau anzuwenden und die Konzepte der Werkzeugmaschine auf andere Maschinenbau-Applikationen zu übertragen.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Computerintegrierte Produktion)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System (Prüfungsnummer: 52701)
(englische Bezeichnung: Machine Tools as a Mechatronic System)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: keine Wdh.
1. Prüfer: Siegfried Rußwurm

Organisatorisches:

Ansprechpartner am Lehrstuhl FAPS: Eva Russwurm, M. Sc.

Modulbezeichnung:	**Einführung in die Programmierung humanoider Roboter (NAORob)** (Basic principles of programming humanoid robots)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jörg Franke	
Lehrende:	Julian Seßner	

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

Lehrveranstaltungen:

Einführung in die Programmierung humanoider Roboter (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Julian Seßner)

Übung zu Einführung in die Programmierung humanoider Roboter (WS 2021/2022, Übung, Julian Seßner)

Empfohlene Voraussetzungen:

Programmiererfahrung in C++, Teilnahme an der Vorlesung „Grundlagen der Robotik“ oder vergleichbare Kompetenzen empfehlenswert

Inhalt:

- Humanoide Robotik
- Methoden des zweibeinigen Laufens
- Roboterbahn- und Greifplanung
- Lokalisierung und Kartierung bei mobilen Robotern
- Ablaufsteuerung komplexer Roboterverhalten mit Zu-standsautomaten
- Grundlegende Konzepte des Robot Operating Systems (C++)
- Simulation von Roboter und virtuellen Umgebungen (Gazebo)
- Rechnersehen mit OpenCV
- Methoden der Künstlichen Intelligenz im Bereich der Robotik
- Lösung einer Teamaufgabe im Rahmen der Veranstaltung

Lernziele und Kompetenzen:

In diesem Modul setzen die Studierenden eigenständig fortgeschrittene Aufgabenstellungen in der humanoiden Robotik und angrenzenden Themengebieten wie der Simulation, des Rechnersehens und der Künstlichen Intelligenz an konkreten Beispielen um.

Den Studierenden werden folgende Fach- und Methodenkompetenzen vermittelt: Nach Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- wichtige Begriffe der Robotik einordnen
- Herausforderungen der humanoiden Robotik in Bezug auf die komplexe Kinematik verstehen und Lösungsansätze erarbeiten
- komplexe Fragestellungen der humanoiden Robotik (Robotik-Frameworks, Simulationstools und Frameworks zur Bildverarbeitung und Künstlichen Intelligenz) analysieren und praktisch anwenden
- Methoden der Bewegungssteuerung und - planung von Robotern erläutern und anwenden
- die Selbstlokalisierung mobiler Roboter erklären und an Beispielen untersuchen

Die Studierenden erwerben und trainieren im Rahmen der Teamaufgabe zusätzlich folgende Selbst- und Sozialkompetenzen: Nach Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- eigenverantwortlich Aufgaben zur Vorbereitung lösen
- sich die Bearbeitungszeit einteilen
- zielorientiert in der Gruppe mit anderen Studierenden zusammenarbeiten
- eigene Stärken einschätzen und diese gezielt in die Teamleistung einfließen lassen

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Computerintegrierte Produktion)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Einführung in die Programmierung humanoider Roboter (Prüfungsnummer: 71241)
(englische Bezeichnung: Basic principles of programming humanoid robots)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Jörg Franke

Modulbezeichnung:	**Grundlagen der Robotik (GdR)** (principles of robotics)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jörg Franke	
Lehrende:	Jörg Franke	

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

Lehrveranstaltungen:

Grundlagen der Robotik (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Julian Seßner)
Übung zu Grundlagen der Robotik (SS 2022, Übung, Julian Seßner)

Inhalt:

Die Veranstaltung Grundlagen der Robotik richtet sich insbesondere an die Studierenden der Informatik, des Maschinenbaus, der Mechatronik, der Medizintechnik sowie des Wirtschaftsingenieurwesens. Im Rahmen der Veranstaltung werden zunächst die Grundlagen der modernen Robotik erläutert und anschließend fachspezifische Grundlagen zur Konzeption, Implementierung und Realisierung von Robotersystemen vermittelt. Hierbei liegt der Fokus neben klassischen Industrierobotern auch auf neuen Robotertechnologien für den Service-, Pflege- und Medizinbereich. Im Rahmen der letzten Vorlesungseinheiten sowie der Übungseinheiten werden dem Hörer weiterhin die Grundlagen des Robot Operating System (ROS) vermittelt und es wird durch praktische Übungen die Arbeit und Roboterprogrammierung mit ROS erlernt. Die Veranstaltung umfasst hierfür die nachfolgenden Themenschwerpunkte:

- Bauformen, Begriffe, Definitionen, Historie, rechtliche Grundlagen und Roboterethik
- Roboteranwendungen in Industrie, Service, Pflege und Medizin
- Sensorik und Aktorik für Robotersysteme
- Kinematik und Dynamik verschiedener Roboterbauformen
- Steuerung, Regelung und Bahnplanung
- Varianten der Roboterprogrammierung
- Planung und Simulation von Robotersystemen
- Robot Operating System (ROS)
- Computer Vision (OpenCV)

Lernziele und Kompetenzen:

Ziel der Vorlesung ist, den Studierenden einen fundierten Überblick über aktuelle Roboterapplikationen zu vermitteln sowie die grundlegenden Bauformen, Begrifflichkeiten und gesetzlichen Rahmenbedingungen vorzustellen. Darauf aufbauen werden die notwendigen technischen Grundlagen moderner Robotersysteme sowie die Programmierung eines Roboters mit ROS erlernt. Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- Roboter hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu klassifizieren, das für eine vorgegebene Anwendung optimale Robotersystem auszuwählen und hierbei ethische und arbeitsschutzrechtliche Aspekte zu berücksichtigen.
- Robotersysteme auszulegen, zu entwickeln und die erforderlichen Bewegungsabläufe zu planen,
- die für verschiedene Roboterapplikationen notwendige Sensorik und Aktorik auszuwählen,
- Robotersysteme durch den Einsatz von Planungs- und Simulationswerkzeugen zu validieren
- sowie Roboter mit Hilfe des Robot Operating Systems zu programmieren und zu steuern.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Computerintegrierte Produktion)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of

Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Grundlagen der Robotik (Prüfungsnummer: 49511)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Jörg Franke

Organisatorisches:

Für die Prüfung sind ausschließlich folgende Hilfsmittel zugelassen:

- nicht programmierbarer Taschenrechner
- dokumentenechter Stift
- Textmarker
- Lineal, Geodreieck, Zirkel
- Namensstempel

Darüber hinaus sind keine weiteren Hilfsmittel erlaubt (dies gilt insbesondere für Uhren, Mobiltelefone oder sonstige elektronische Geräte).
weitere Informationen bei:
M.Sc. Markus Lieret

Bemerkungen:

Die Vorlesung wird gemeinsam mit den Inhalten der Übung "Grundlagen der Robotik" geprüft und kreditiert.
Die Veranstaltung findet erstmalig im Sommersemester 2020 statt.

Modulbezeichnung:	**Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service (I4.0-ASPS)** (Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jörg Franke	
Lehrende:	Ulrich Löwen	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 35 Std.	Eigenstudium: 40 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Ulrich Löwen)

Inhalt:

Die IT-Durchdringung in der produzierenden Industrie nimmt rasant zu. Der nutzenstiftende Einsatz von IT bei der Gestaltung von Wertschöpfungsprozessen hat für Deutschland eine zentrale strategische Bedeutung. Diese Trends werden unter Begriffen wie „Industrie 4.0“ und „Industrial Internet“ bzw. „Internet of Things“ weltweit diskutiert. Dabei treffen doch recht unterschiedliche Sichtweisen aufeinander. In der Vorlesung werden diese Trends und Visionen anhand von ausgewählten Anwendungsszenarien erläutert. Außerdem werden die dafür zum Verständnis notwendigen Grundlagen erklärt.

Ziele:

- Bewusstseinsschärfung bezüglich der Auswirkungen der Digitalisierung auf die produzierende Industrie
- Verständnis von Geschäftstreibern, technischen Möglichkeiten und deren Wechselwirkungen in der produzierenden Industrie
- Vermittlung Branchen- und Domänen-übergreifender Prozesse und Methoden in der produzierenden Industrie

Lernziele und Kompetenzen:

Den Studierenden sollen die Auswirkungen der Digitalisierung auf die produzierende Industrie verdeutlicht und dadurch ein Bewusstsein für diese Entwicklungen geschaffen werden. Zusätzlich soll ein Verständnis für Geschäftstreiber, technische Möglichkeiten und deren Wechselwirkungen in der produzierenden Industrie sowie branchen- und domänenübergreifender Prozesse und Methoden vermittelt werden.

Die Vorlesung ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut:

- Methodische und konsequente Trennung der Diskussion von Problemperspektive, konzeptioneller Lösungsperspektive und technischer Umsetzungsperspektive
- Umfassendes Gesamtverständnis bezüglich der oft sehr vielschichtigen wirtschaftlichen und technischen Zusammenhänge (zu Lasten eines tiefen technischen Detaildiskussion)
- Betonung des für einen Anwender gestifteten (geschäftlichen) Nutzens und der möglichen Alleinstellungsmerkmale für einen Standort Deutschland

Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage:

- die kontroversen und vielschichtigen Diskussionen im Umfeld der Digitalisierung in der Produzierenden Industrie in einen konsistenten Gesamtkontext einzuordnen
- anhand repräsentativer Beispiele den Unterschied zu verstehen zwischen dem aktuellen Stand der Technik und Forschung sowie den durch Industrie 4.0 postulierten Innovationshypothesen
- aufgrund der vermittelten Beispiele und Methoden durch eine Hinterfragung von Zielen und des wirtschaftlichen Nutzens die oft stark emotional geführten Diskussionen im Kontext von Industrie 4.0 zu versachlichen

Das im Rahmen dieser Lehrveranstaltung vermittelte Wissen ist in allen Bereichen der industriellen Branchen, so z. B. im Automobilbau, der Informatik und Wirtschaftsinformatik, der Elektrotechnik und Medizintechnik und dem Maschinen- und Anlagenbau erforderlich.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Computerintegrierte Produktion)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service (Prüfungsnummer: 49461)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: keine Wdh.
1. Prüfer: Jörg Franke

Modulbezeichnung:	**International Supply Chain Management (ISCM)** (International Supply Chain Management)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jörg Franke	
Lehrende:	Jörg Franke	

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

Lehrveranstaltungen:

International Supply Chain Management (vhb) (SS 2022, Vorlesung, 4 SWS, Jörg Franke)

Inhalt:

Ziel der virtuellen Vorlesung ist ein Überblick über die Aufgaben eines Supply Chain Managers auf dem internationalen Parkett:

- Ziele und Aufgaben
- Methoden und Tools
- Internationales Umfeld
- Erfahrung und Wissen aus der industriellen Praxis
- Aktueller Stand der Wissenschaft im SCM-Umfeld

Der Kurs gliedert sich in folgende Lerneinheiten:

- Integrated logistics, procurement, materials management and production
- Material inventory and material requirements in the enterprise
- Analysis of cost reduction in materials management
- Management of procurement and purchasing
- Procurement strategies
- Warehouse management, picking systems, in-plant material handling, packaging
- Distribution logistics, global tracking and tracing
- Modes of transport in international logistics
- Disposal logistics
- Logistics controlling
- Global logistic structures and value chains
- IT systems in supply chain management
- Sustainable global structures of production and logistics
- Summary

Zur praktischen Vertiefung werden im Rahmen des Kurses 3 Case Studies durchgeführt.

Lernziele und Kompetenzen:

Der Studierende ist nach erfolgreichem Abschluss des Kurses in der Lage

- Grundbegriffe des Supply Chain Managements zu definieren,
- wichtige Methoden und Strategien der Beschaffung zu verstehen,
- verschiedene Lagertypen und - strategien zu nennen und einzuordnen,
- Möglichkeiten zur Kostenreduktion in Lieferketten zu analysieren,
- zentrale IT-Systeme des Supply Chain Managements zu kennen und voneinander abzugrenzen,
- Entsorgungs- und Controllingstrategien zu erläutern,
- wesentliche Probleme in internationalen Liefernetzwerken zu erkennen,
- Möglichkeiten der Transformation hin zur nachhaltigen Supply Chain zu erläutern,
- verschiedene Verkehrsträger zu bewerten.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Computerintegrierte Produktion)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau

(Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

International Supply Chain Management (Prüfungsnummer: 49201)
(englische Bezeichnung: International Supply Chain Management)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Jörg Franke

Organisatorisches:

Für die Prüfung sind ausschließlich folgende Hilfsmittel zugelassen:

- nicht programmierbarer Taschenrechner
- dokumentenechter Stift
- Textmarker
- Lineal, Geodreieck, Zirkel
- Namensstempel

Darüber hinaus sind keine weiteren Hilfsmittel erlaubt (dies gilt insbesondere für Uhren, Mobiltelefone oder sonstige elektronische Geräte).

Modulbezeichnung:	**Produktionssystematik (PS)** (Production Systematics)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jörg Franke	
Lehrende:	Jörg Franke	

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

Lehrveranstaltungen:

Produktionssystematik (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Jörg Franke)
Übung zu Produktionssystematik (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Alexander Kühl)

Inhalt:

Das Modul Produktionssystematik thematisiert die gesamte Bandbreite der technischen Betriebsführung von der Planung, Organisation und technischen Auftragsabwicklung bis hin zu Fragen des Management und der Personalführung, Entlohnung sowie Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung. Im Rahmen dieses Moduls findet eine Vorlesung und eine Übung statt.

Lernziele und Kompetenzen:

Nach einem Besuch der Vorlesung Produktionssystematik sollen die Studierenden in der Lage sein:

- Ziele, Strategien, Vision und Mission der Unternehmen beurteilen zu können;
- sich in der Aufbau- und Ablauforganisation eines Unternehmen zurecht zu finden;
- die Inhalte der wesentlichen Kernprozesse produzierender Unternehmen zu kennen;
- die technische und administrative Auftragsabwicklung nachzuvollziehen.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Computerintegrierte Produktion)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Produktionssystematik (Vorlesung mit Übung) (Prüfungsnummer: 71011)
(englische Bezeichnung: Production Systematics)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Jörg Franke

Organisatorisches:

Für die Prüfung sind ausschließlich folgende Hilfsmittel zugelassen:

- nicht programmierbarer Taschenrechner
- dokumentenechter Stift
- Textmarker

- Lineal, Geodreieck, Zirkel
- Namensstempel

Darüber hinaus sind keine weiteren Hilfsmittel erlaubt (dies gilt insbesondere für Uhren, Mobiltelefone oder sonstige elektronische Geräte).

Modulbezeichnung:	**Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens (TGW)** (Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jörg Franke	
Lehrende:	Jörg Franke	

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

Lehrveranstaltungen:

Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens (vhb) (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Jörg Franke)

Inhalt:

Ebenso wie die Sektoren Verkehr und Industrie, gerät auch das private Wohnen zunehmend in das Spannungsfeld aus Ressourcenschonung und demografischem Wandel. Mit intelligenter Automatisierungstechnik ist es möglich, diesen Herausforderungen zu begegnen. Eine besondere Beachtung ist hier den soziologischen und ökonomischen Bedarfen zu schenken. Folgende Themenschwerpunkte werden im Rahmen der virtuellen Vorlesung adressiert:

- Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung im privaten Umfeld
- Energieeffizient Wohnen mit intelligenter Automatisierungstechnik
- Steigerung von Sicherheit und Komfort durch nutzergerechte Hausautomation
- Betrachtung soziologischer, technologischer und ökonomischer Begleitfaktoren

Lernziele und Kompetenzen:

Nach Bearbeitung der Lehrveranstaltung sollen Sie als Studierende folgende Lernziele erreicht haben:

- Der Begriff Smart Home und die Interdependenzen seiner Domänen sind Ihnen bekannt
- Sie kennen die Charakteristiken der technischen Anlagen zur Stromerzeugung und deren physikalischen Grundlagen
- Sie sind fähig je nach Anforderung ein geeignetes Heizsystem auszuwählen
- Sie kennen die Grundlagen zu Transport- und Verteilung elektrischer Energie
- Die Problematik der Anbindung dezentraler, regenerativer Erzeugungsanlagen an das elektrische Versorgungsnetz ist Ihnen bekannt
- Ein Überblick zu vorhandener Sensorik und Aktorik im AAL-Bereich herrscht vor
- Sie kennen die charakteristischen Vor- und Nachteile der verschiedenen etablierten Kommunikationstechnologien im Smart-Home-Umfeld
- Sie können Prozesse und Methoden aufzählen und erklären, die für eine technische Realisierung eines sich selbst organisierenden Smart Homes wichtig sind
- Sie haben einen Überblick gewonnen, wie die Geräteklassen zur Realisierung ganzheitlicher Anwendungsszenarien verknüpft werden können
- Sie kennen die grundlegenden Begriffe aus dem Innovationsmanagement und der Innovationsforschung
- Der Begriff Akzeptanz ist Ihnen in seinen unterschiedlichen Dimensionen bekannt

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Computerintegrierte Produktion)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens (Prüfungsnummer: 49401)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Jörg Franke

Organisatorisches:

Fragen zur Vorlesung bitte an Felix Funk richten.
Für die Prüfung sind ausschließlich folgende Hilfsmittel zugelassen:

- nicht programmierbarer Taschenrechner
- dokumentenechter Stift
- Textmarker
- Lineal, Geodreieck, Zirkel
- Namensstempel

Darüber hinaus sind keine weiteren Hilfsmittel erlaubt (dies gilt insbesondere für Uhren, Mobiltelefone oder sonstige elektronische Geräte).

Modulbezeichnung:	**Dynamik starrer Körper (3V+2Ü+2T) (DSK)** (Dynamics (3L+2E+2T))	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Sigrid Leyendecker	
Lehrende:	Sigrid Leyendecker	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 105 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Dynamik starrer Körper (WS 2021/2022, Vorlesung, 3 SWS, Sigrid Leyendecker)
Tutorium zur Dynamik starrer Körper (WS 2021/2022, Tutorium, 2 SWS, Theresa Wenger et al.)
Übungen zur Dynamik starrer Körper (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Theresa Wenger et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Kenntnisse aus dem Modul *"Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre"* bzw. *"Statik und Festigkeitslehre"*

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

Statik und Festigkeitslehre
Statik und Festigkeitslehre (3V+2Ü+2T)

Inhalt:

- Kinematik von Punkten und starren Körpern
- Relativkinematik von Punkten und starren Körpern
- Kinetik des Massenpunktes
- Newton'sche Axiome
- Energiesatz
- Stoßvorgänge
- Kinetik des Massenpunktsystems
- Lagrange'sche Gleichungen 2. Art
- Kinetik des starren Körpers
- Trägheitstensor
- Kreiselgleichungen
- Schwingungen

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- sind vertraut mit den grundlegenden Begriffen und Axiomen der Dynamik;
- können Bewegungen von Massepunkten und starren Körpern in verschiedenen Koordinatensystemen beschreiben;
- können die Bewegungsgleichungen von Massepunkten und starren Körpern mittles der Newtonschen Axiome oder mittels der Lagrangeschen Gleichungen aufstellen;
- können die Bewegungsgleichungen für einfache Stoßprobleme lösen;
- können die Bewegungsgleichung für einfache Schwingungsprobleme analysieren.

Literatur:

Gross, Hauger, Schnell, Wall: Technische Mechanik 3, Berlin:Springer, 2006

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Technische Mechanik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)",

"Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung Dynamik starrer Körper (Prüfungsnummer: 45001)
(englische Bezeichnung: Lecture: Dynamics of Rigid Bodies)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Sigrid Leyendecker

Modulbezeichnung:	**Statik und Festigkeitslehre (3V+2Ü+2T) (S&F)** (Statics and Strength of Materials (3L+2E+2T))	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Sigrid Leyendecker	
Lehrende:	Sigrid Leyendecker	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 105 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Statik und Festigkeitslehre (SS 2022, Vorlesung, 3 SWS, Giuseppe Capobianco et al.)
Tutorium zur Statik und Festigkeitslehre (SS 2022, Tutorium, 2 SWS, Sigrid Leyendecker et al.)
Übungen zur Statik und Festigkeitslehre (SS 2022, Übung, 2 SWS, Sigrid Leyendecker et al.)

Inhalt:

- Kraft- und Momentenbegriff, Axiome der Statik
- ebene und räumliche Statik
- Flächenmomente 1. und 2. Ordnung
- Tribologie
- Arbeit
- Spannung, Formänderung, Stoffgesetz
- überbestimmte Stabwerke, Balkenbiegung
- Torsion
- Energiemethoden der Elastostatik
- Stabilität
- Elastizitätstheorie und Festigkeitsnachweis

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

- Die Studierenden kennen die axiomatischen Grundlagen der Technischen Mechanik sowie die entsprechenden Fachtermini.
- Die Studierenden kennen das Schnittprinzip und die Einteilung der Kräfte in eingeprägte und Reaktionskräfte bzw. in äußere und innere Kräfte.
- Die Studierenden kennen die Gleichgewichtsbedingungen am starren Körper.
- Die Studierenden kennen das Phänomen der Haft- und Gleitreibung.
- Die Studierenden kennen die Begriffe der Verzerrung und Spannung sowie verschiedene Stoffgesetze.
- Die Studierenden kennen den Begriff der Formänderungsenergie, das Prinzip der virtuellen Arbeiten und das Verfahren von Castigliano.
- Die Studierenden kennen den Begriff der Hauptspannungen sowie das Konzept der Vergleichsspannung und Festigkeitshypothesen.
- Die Studierenden kennen das Problem der Stabilität und speziell die vier Eulerschen Knickfälle für ein schlankes Bauteil unter Drucklast.

Verstehen

- Die Studierenden können Kräfte nach verschiedenen Kriterien klassifizieren.
- Die Studierenden können verschiedene Lagerungsarten unterscheiden und die entsprechenden Lagerreaktionen angeben.
- Die Studierenden können den Unterschied zwischen statisch bestimmten und unbestimmten Systemen erklären.
- Die Studierenden können den Unterschied zwischen Haft- und Gleitreibung erläutern.
- Die Studierenden können das linearelastische, isotrope Materialgesetz angeben und die Bedeutung der Konstanten erläutern.
- Die Studierenden können die Voraussetzungen der Euler-Bernoulli-Theorie schlanker Balken erklären.

- Die Studierenden können die Idee der Energiemethoden der Elastostatik und das Prinzip der virtuellen Arbeit in seinen Grundzügen erläutern.
- Die Studierenden verstehen die Idee der Vergleichsspannung und können verschiedene Festigkeitshypothesen erklären.

Anwenden

- Die Studierenden können den Schwerpunkt eines Körpers bestimmen.
- Die Studierenden können ein System aus mehreren Körpern geeignet freischneiden und die entsprechenden eingeprägten Kraftgrößen und die Reaktionsgrößen eintragen.
- Die Studierenden können für ein statisch bestimmtes System die Reaktionsgrößen aus den Gleichgewichtsbedingungen ermitteln.
- Die Studierenden können die Schnittreaktionen für Stäbe und Balken bestimmen.
- Die Studierenden können die Spannungen im Querschnitt schlanker Bauteile (Stab, Balken) unter verschiedenen Belastungen (Zug, Biegung, Torsion) ermitteln.
- Die Studierenden können die Verformungen schlanker Bauteile auf verschiedenen Wegen (Integration bzw. Energiemethoden) ermitteln.
- Die Studierenden können aus einem gegebenen, allgemeinen Spannungszustand die Hauptspannungen sowie verschiedene Vergleichsspannungen ermitteln.
- Die Studierenden können die kritische Knicklast für einen gegebenen Knickfall bestimmen.

Analysieren

- Die Studierenden können ein geeignetes Modell für schlanke Bauteile anhand der Belastungsart und Geometrie auswählen.
- Die Studierenden können ein problemangepasstes Berechnungsverfahren zur Ermittlung von Reaktionsgrößen und Verformungen auch an statisch unbestimmten Systemen wählen.
- Die Studierenden können eine geeignete Festigkeitshypothese wählen.
- Die Studierenden können den relevanten Knickfall für gegebene Randbedingungen identifizieren.

Evaluieren (Beurteilen)

- Die Studierenden können den Spannungszustand in einem Bauteil hinsichtlich Aspekten der Festigkeit bewerten.
- Die Studierenden können den Spannungszustand in einem schlanken Bauteil hinsichtlich Aspekten der Stabilität bewerten.

Literatur:

- Gross, Hauger, Schnell, Wall: Technische Mechanik 1, Berlin:Springer 2006
- Gross, Hauger, Schnell, Wall: Technische Mechanik 2, Berlin:Springer 2007

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Technische Mechanik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "177#55#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Bachelor of Science)", "Chemie- und Bioingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Life Science Engineering (Bachelor of Science)", "Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Statik und Festigkeitslehre (Prüfungsnummer: 46601)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Willner/Leyendecker (ps1091)

Organisatorisches:
Organisatorisches, Termine & Downloads auf StudOn

Modulbezeichnung:	**Fertigungsmesstechnik I (FMT I)** (Manufacturing Metrology)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tino Hausotte	
Lehrende:	Andreas Müller, Tino Hausotte, Benjamin Baumgärtner	

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

Lehrveranstaltungen:

Fertigungsmesstechnik I (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte)
Fertigungsmesstechnik I - Übung (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Für eine optimale Vorbereitung empfiehlt sich eine Belegung des Moduls "Grundlagen der Messtechnik". Dies ist jedoch keine Teilnahmevorraussetzung für das Modul "Fertigungsmesstechnik I".

Inhalt:

- **Grundlagen, Begriffe, Größen und Aufgaben der FMT:** Teilgebiete der industriellen Messtechnik - Fertigungsmesstechnik, Grundaufgaben und Ziele - Messen, Prüfen, Überwachen, Lehren - Begriffsdefinition: Messgröße, Messwert, Messunsicherheit, wahrer Wert, vereinbarter Wert, Messergebnis, Prüfung, Messung, Messprinzip, Messmethode, Messverfahren, Nennmaß, Grenzmaß, Grenzabmaß - Grundeinteilung der Mess- und Prüfmittel in der FMT - Messschieber, Messschrauben, Messuhr - Taylorscher Grundsatz, Lehren - Endmaße, Sinustisch oder Sinuslineal, Maßverkörperungen, Winkelendmaße
- **Geometrische Produktspezifikation und Verifikation (GPS) - Basis der Messaufgabenbeschreibung und - durchführung:** Geometrischen Produktspezifikation (GPS) - Dualitätsprinzip und Operationen - Begriffsdefinition von Geometrieelementen (Nenn-, wirkliches, erfasstes und zugeordnetes Geometrieelement) - Standardgeometrieelemente - Gestaltparameter an Werkstücken (Grobgestalt, Feingestalt, Maß, Abstand, Lage, Form, Welligkeit, Rauheit) - Systematik der Gestaltabweichungsarten (Maß-, Form-, Lageabweichungen und Abweichung der Oberflächenbeschaffenheit) - Toleranzbegriff - Form- und Lagetoleranzen - Systematik der Tolerierung von Unabhängigkeitsprinzip Werkstücken (Unabhängigkeitsprinzip, Hüllprinzip)
- **Grundlagen der Längenmesstechnik (Maßstäbe und Interferometer):** Messprinzipien zur Längenmessung - Abbe Komparator, Maßstäbe mit Skalen - Eppensteinprinzip - Linearencoder, Gitterabtastung, Richtungserkennung, Ausgangssignale, Demodulation, Differenzsignalerfassung, Referenzmarken, Abtastung (abbildend, interferometrisch, Durchlicht, Auflicht) - Demodulationsabweichungen: Quantisierungs-, Amplituden-, Offset- und Phasenabweichungen, Heydemannkorrektur - absolut codierte Maßstäbe: V- und U-Abtastung und Gray Code - Transversale elektromagnetische Welle, Überlagerung von Wellen, konstruktive und destruktive Interferenz Polarisation des Lichtes, Voraussetzungen für die Interferenz, Interferenz von Lichtwellen - Interferenz (Homodynprinzip und Heterodynprinzip), Interferenz am Michelson-Interferometern, Einteilung von Interferometern, Luftbrechzahl, Demodulation am Homodyninterferometer, Demodulation am Heterodyninterferometer - Einteilung von Inteferometern, Luftbrechzahl, zeitliche und räumliche Kohärenz - Laser, He-Ne-Laser - Aufbau von Interferometern, Anwendung der Interferometer
- **Koordinatenmesstechnik:** Prinzip, Koordinatensysteme, Grundanordnung, Bauarten - Tastsysteme (Erzeugung der Antastkraft, Messung der Auslenkung, Integration mehrerer Achsen, Kinematik, weitere Achse, Umwelt, Arten von Tastsystemen, Taststiftbiegung, Taster) - Einzelpunktantastung , Scanning - Beschreiben und Festlegen der Messaufgabe - Feststellen Einflüsse auf das Messergebnis - Vorbereitung der Messung - Auswahl und Einmessen des Tasters - Festlegen der Messstrategie - Auswertung der Messergebnisse (Ausgleichsverfahren) - Spezifikation, Parameter und Prüfung
- **Formprüftechnik:** Prinzip, Charakteristika, Messaufgaben, Bauarten (Drehtisch-, Drehspindelgeräte) - Abweichungen der Drehführung von der idealen Achse und deren Bestimmung - Kalibrierung von Formessgeräten - Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren
- **Oberflächenmesstechnik:** Oberflächenmessprinzipien - Tastschnittgeräte, optische Oberflächen-

messgeräte, Fokusvariation, Konfokales Mikroskop, Laser-Autofokusverfahren, Interferenzmikroskope, Weißlichtinterferometer - Oberflächenparameter Normenreihe DIN EN ISO (Profil, Flächen) - Profilauswertung entsprechend DIN EN ISO 3274 und DIN EN ISO 4287 - Profilkenngrößen (Rauheits-, Welligkeit- und Struktur-Kenngrößen): Filterung, Senkrecht-, Waagerechtkenngrößen, gemischte Kenngrößen - Kenngrößen aus Materialanteil-Kurve (ISO 13565-2 und ISO 13565-3) - Flächenparameter (Höhenparameter, räumliche Parameter, flächenhafte Materialanteilkurve, topographischen Elemente) - Streulichmessung, Streulichtparameter

Content:

- **Basics, Terms, Dimensions and Tasks of the Manufacturing Metrology:** Parts of the industrial measurement technology - Manufacturing Metrology, Tasks and Aims - Measure, Inspect, Control, Gauge - Terms: Measurand, measurement value, measurement uncertainty, true value, measurement result, inspection, measurement, measurement principle, measurement method, basic size, limiting size, limiting dimension - Classification of measurement and inspection equipment - Caliper, micrometer screw, indicator - Basic principle of Taylor, gauge - Gauge block, sinus table, sinus ruler, material measure, angle gauge block
- **Geometrical product specification and verification (GPS) - Basis of the measurement task description and execution:** Geometrical product specification and verification (GPS) - Duality principle and operations - Definition of terms of geometry elements - Standard geometry elements - Shape parameter on workpieces - System of shape deviations - Terms of tolerance - Form tolerance and position tolerance - System of toleration with the principle of independence
- **Basics of dimension measurement (scale and interferometry):** Principle of dimension measurement - Abbe comparator, scales - Principle of Eppenstein - Linear encoder, lattice sampling, direction detection, output signals, demodulation, detection of signal difference, reference marks, sampling - Demodulation deviation: Deviation of quantification, amplitude, offset and phases, Heydemann correction - Absolute coded scales; V- and U-sampling, gray code - Transversal electromagnetic weave, overlap of weaves, constructive and destructive interferences, polarization of light, requirements for interference, interference of light waves - Interference (homodyne principle, heterodyne principle), interference with the Michelson interferometer, classification of interferometer, index of refraction, demodulation on the homodyne and heterodyne interferometer - Classification of interferometer, index of refraction, temporal and spatial coherence - Laser, He-Ne-laser - Setup of interferometer, field of application of interferometer
- **Coordinate measuring technology:** Principle, coordinate system, setup, designs - Caliper systems - Single point measurement, scanning - Description of measurement tasks - Definition of influences on the measurement result - Preparation of the measurement - Right choice of caliper, calibration of caliper - Definition of a measurement strategy - Evaluation of the measurement results - Specifications, parameters and inspection
- **Form inspection technique:** Principle, characteristics, measurement tasks, designs - Deviation of the swivel guide from an ideal axis - Calibration of form measurement systems
- **Surface measurements:** Principles of surface measurements - Profilometer, optical surface measurement systems, focus variation, confocal microscope, laser-auto focus variation, interference microscope, white light interferometer - Surface parameters in DIN EN ISO - Profile analysis according to DIN EN ISO 3274 and DIN EN ISO 4287 - Profile parameters - Parameters of the material-curve (ISO 13565-2 and ISO 13565-3) - Area parameters - Scattered light measurement, scattered light parameters

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

- Die Studierdenden können die die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik darlegen.
- Die Studierenden können die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen Größen an Werkstücken nennen.
- Die Studierdenden können Messaufgaben, deren Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben.

Verstehen

- Die Studierenden können Messergebnisse un das zugrunde liegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren.

Anwenden

- Die Studierenden können Messaufgaben durch das Erlernte implementieren.
- Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik eigenständig auswählen.

Analysieren

- Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und analysieren.
- Die Studierenden können Schwachstellen in der Planung und Durchführung selbstständiges erkennen.
- Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich der Fertigungsmesstechnik bewerten.

Literatur:

- Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 - ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3
- DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010
- Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 - ISBN 3-486-24219-9
- Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 - ISBN 978-3-8348-0692-5
- Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 - ISBN 3-540-11784-9
- Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 - ISBN 978-3-937889-51-2
- Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 - ISBN 3-478-93212-2
- Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmesstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 - ISBN 3-478-93264-5
- Joza, Jan: Messen großer Längen. VEB Verlag Technik Berlin, 1969
- Henzold, Georg: Form und Lage. 3. Auflage, Beuth Verlag GmbH Berlin, 2011 - ISBN 978-3-410-21196-9
- Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012

Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik

- Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präszision überall
- Multisensor-Koordinatenmesstechnik
- E-Learning Kurs AUKOM Stufe 1

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Qualitätsmanagement und Messtechnik | Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Mas-

ter of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Fertigungsmesstechnik I (Prüfungsnummer: 72471)
(englische Bezeichnung: Manufacturing Metrology)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Prüfungstermine, eine **allgemeine Regel der Prüfungstagvergabe** und **Termine der Klausureinsicht** finden Sie auf StudOn: Prüfungstermine und Termine der Klausureinsicht
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Tino Hausotte

Organisatorisches:

- Unterlagen zur Lehrveranstaltung werden auf der Lernplattform StudOn (www.studon.uni-erlangen.de) bereitgestellt. Das Passwort wird in der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

Modulbezeichnung:	**Fertigungsmesstechnik II (FMT II)** (Manufacturing Metrology II)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tino Hausotte	
Lehrende:	Assistenten, Tino Hausotte	

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

Lehrveranstaltungen:

Fertigungsmesstechnik II (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte)
Fertigungsmesstechnik II - Übung (SS 2022, Übung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Eine Teilnahme an der Lehrveranstaltung "Fertigungsmesstechnik 1" wird empfohlen, ist jedoch keine Teilnahmevorraussetzung.

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

Fertigungsmesstechnik I

Inhalt:

- **Optische Oberflächenmesstechnik:** Überblick Oberflächenabweichungen und Oberflächenmessprinzipien, Wechselwirkungen, Einteilung der optischen Oberflächenmessverfahren, Mikroskope und Komponenten, Messmikroskope, Numerische Apertur, Punktverwaschungsfunktion, Auflösungsvermögen, Modulations-Transfer-Funktion - Fokusvariation, Fokusvariation mit strukturierter Beleuchtung, Flying Spot Mikroskop, konfokales Mikroskop (Aufbau, Prinzip, Kennlinie, Nipkow-Scheibe, Scanspiegel, Mikrolinsenarray), Laserscanningmikroskop, konfokaler zwei Wellenlängenfasersensor, chromatischer Weißlichtsensor, Laser-Autofokusverfahren, Interferenzmikroskope (Michelson, Mirau, Linnik, Phasenschieber), Weißlichtinterferometer - Streulichtmessung
- **Taktile Formmesstechnik:** Grundlagen der Formmesstechnik, Prinzip, Charakteristika, Messaufgaben - Bauarten von taktilen Formmessgeräten (Drehtisch-, Drehspindelgeräte, Universalmessgeräte, Tastsysteme) - Messabweichungen (Einflussfaktoren, Abweichungen der Drehführung und deren Bestimmung, Abweichungen der Geradführungen) - Kalibrierung von Formessgeräten (Flick-Normale, Vergrößerungsnormale, Kugelnormale, Mehrwellennormale) - Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren
- **Optische Formmesstechnik:** Interferometrische Formmessung (Interferenz gleicher Neigung und gleicher Dicke, Mehrstrahlinterferenz, Fabry-Perot und Fizeauinterferometer, Interferenzfilter, Newton'sche Ringe, Phasenschiebeinterferometer, Demodulation mit Phasenschiebung, synthetische Wellenlänge, Anwendung der Fizeau-Interferometrie, Einfluss der Referenzfläche, Dreiplattentest, Interferometrie streifendem Einfall, Twyman-Green Interferometer, Einsatzgrenzen) - Deflektometrische Formmessung (Überblick Deflektometrie, Grundprinzip, Extended Shear Angle Difference Methode, flächenhafte Deflektometrie, Einsatzgrenzen)
- **Photogrammmetrie:** Grundprinzip, Stereophotogrammmetrie, passive Triangulation, Grundlagen, aktive Triangulation (Punkttriangulation, linienhafte und flächenhafte Triangulation) - Streifenlichtprojektion (strukturierte Beleuchtung, Grundprinzip Ein- und Zweikamerasysteme, Kodierung Gray Code, Phasenschiebung, Kombinierte Beleuchtung aus Gray Code und Phasenschiebung, Anwendung, Datenverarbeitung, Einsatzgrenzen)
- **Röntgen-Computertomografie:** Röntgenstrahlung, Grundprinzip der Röntgen-Computertomografie, Aufbau und Scanvarianten, Röntgenstrahlquellen, Strahlungsspektrum, Wechselwirkung mit Material (Photoelektrischer Effekt, Compton Streuung), Detektoren, Vergrößerung, Rekonstruktion (Radontransformation, algebraische Rekonstruktion, gefilterte Rückprojektion, Artefakte (Strahlaufhärtung, Ringartefakte, Streustrahlung, Scannerausrichtung), Schwellwertfindung, Anwendung (Defekterkennung, Micro- und Nano-CT, Hochenergie-CT, Multimaterial), Rückführung
- **Spezifikation und Messung optischer Komponenten:** Zeichnungen für optische Elemente und

Systeme, Materialspezifikation, Spezifikation von Oberflächenformtoleranzen, Prüfung der Oberflächenformabweichungen (Passe) mit Probegläsern, Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen, Messung geometrischer Spezifikationen

- **Mikro- und Nanomesstechnik:** Positioniersysteme (Führungen und Antriebe, Gewichtskraftkompensation), metrologischer Rahmen und Gerätekoodinatensysteme, Antastprinzipien und Messsystem (Rasterelektronenmikroskop, Rastertunnelmikroskop, Rasterkraftmikroskope, Nahfeldmikroskope, mikrotaktile Antastung), Mikro- und Nanokoordinatenmesssysteme, Einflussgrößen, Kalibrierung und Rückführung

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

- Die Sudierenden kennen relevante Definitionen, Fachbegriffe und Kriterien der Fertigungsmesstechnik.
- Die Studierenden können einen Überblick zur Gerätetechnik der Fertigungsmesstechnik sowie deren Funktionsweise und Einsatzgebiete wiedergeben
- Die Studierenden wissen um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen.

Verstehen

- Die Studierenden sind in der Lage die, den vorgestellten Messgeräten der Fertigungsmesstechnik, zugrundeliegenden Messprinzipien in eigenen Worten zu erläutern.
- Die Studierenden können Messaufgaben beschreiben und interpretieren, und Schwachstellen in der Planung und Durchführung erkennen.
- Die Studierenden können Messergebnisse und die zugrunde liegenden Verfahren angemessene kommunizieren und interpretieren.

Anwenden

- Die Studierenden können eigenständig geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik auswählen.
- Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben transferieren.

Evaluieren (Beurteilen)

- Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und strukturell analysieren.
- Die Studierenden sind in der Lage Messergebnisse zu hinterfragen und auf dieser Basis die Funktionalität des Messsystems sowie die zum Zeitpunkt der Messung vorherrschenden Messbedingungen zu bewerten.

Erschaffen

- Die Studierenden können die Eignungsuntersuchungen verschiedener Messprinzipien zur Erfüllung neuer Messaufgaben erstellen und auf deren Basis adaptierte Messsysteme konzipieren.

Literatur:

- International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html
- DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012
- Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 - ISBN 3-486-24219-9
- Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 - ISBN 978-3-8348-0692-5
- Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 - ISBN 3-540-11784-9

- Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 - ISBN 978-3-937889-51-2
- Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 - ISBN 3-478-93212-2
- Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012
- Hausotte, Tino: Nanopositionier- und Nanomessmaschinen - Geräte für hochpräzise makro- bis nanoskalige Oberflächen- und Koordinatenmessungen. Pro Business Verlag, 2011 - ISBN 978-3-86805-948-9
- David J. Whitehouse: Handbook of Surface and Nanometrology, Crc Pr Inc., 2010 - ISBN 978-1420082012

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Qualitätsmanagement und Messtechnik | Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Fertigungsmesstechnik II (Prüfungsnummer: 69251)
(englische Bezeichnung: Manufacturing Metrology II)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Prüfungstermine, eine **allgemeine Regel der Prüfungstagvergabe** und **Termine der Klausureinsicht** finden Sie auf StudOn: Prüfungstermine und Termine der Klausureinsicht
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Tino Hausotte

Organisatorisches:

- Unterlagen zur Lehrveranstaltung werden auf der Lernplattform StudOn (www.studon.uni-erlangen.de) bereitgestellt. Das Passwort wird in der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

Modulbezeichnung:	**Hauptseminar Messtechnik (HS MT)** (Advanced Seminar Manufacturing Metrology)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tino Hausotte	
Lehrende:	Tino Hausotte	

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

Lehrveranstaltungen:

Hauptseminar Fertigungsmesstechnik (SS 2022, Hauptseminar, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Tino Hausotte et al.)

Inhalt:

Ablauf des Seminars

1. Voranmeldung StudOn

- Onlineanmeldung über StudOn.

2. Anmeldung zum Seminarthema

- Die Anmeldung zum Hauptseminar erfolgt in der Regel am Anfgang des Semsters. Ausnahmen sind möglich.
- Hierfür wird eine Liste der Seminarthemen mit zugeordnete StudOn-Gruppen bereit gestellt.
- Die Anmeldung zu einem bestimmten Thema erfolgt durch selbstständige Anmeldung zur zugeordneten StudOn-Gruppe.
- Kontakt mit dem Betreuuer innerhalb der ersten Woche nach anmeldung notwendig.

3. Vorbereitung des Seminarthema

- Klärung von Ziel, Auftrag und Kontext.
- Recherche, Auswahl der Informationen.
- Grobe Ablaufplanung der Präsentation (Begrüßung und Themenübersicht, Einstieg ins Thema, Transport der Inhalte, Themenbegrenzung), Ausstieg, Fragen und Diskussion).
- Feine Ablaufplanung: Detaillierung der Inhalte (Sinnvolle Gliederung, Inhaltlichen Fortgang visualisieren, Zum Thema immer wieder zurückkehren, Gedankensprünge vermeiden, Foliensprünge vermeiden, Layout für den „roten Faden“, Ringschluss zwischen Anfang und Ende schaffen).
- Erstellten der Präsentation (Vorlage auf StudOn beachten).

4. Durchführung der Präsentation

- Terminplan der Präsentationen wird vom Koordinator festgelegt und per E-Mail mitgeteilt (Termine sind in der Regel gegen Ende der Vorlesungszeit). Ausnahmen sind möglich.
- Termin zur Abgabe der Präsentation: eine Woche vor dem Präsentationstermin.
- Durchführung der Präsentation (Präsentationsdauer 20 min. + 10 min. Diskussion)
- Teilnahme an 5 weiteren Vorträgen.

5. Notenbekanntgabe

- Notenbekanntgabe direkt nach der Präsentation.
- Koordinator schickt den ausgestellten Schein direkt an das Prüfungsamt.
- Auf Anfrage Feedback vom Betreuer (sofern gewünscht).

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden:

- erlangen grundlegender Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken,
- erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema,
- vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels der Fertigungsmesstechnik,
- erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren,
- erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren und technische Sachverhalte zu diskutieren,

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Qualitätsmanagement und Messtechnik | Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Hauptseminar Messtechnik (Prüfungsnummer: 607629)
(englische Bezeichnung: Advanced Seminar Manufacturing Metrology)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Durchführung als digitale Fernprüfung mittels ZOOM.
Die Gesamtmodulnote errechnet sich aus der Vortragsleistung. Im Zuge des Hauptseminars ist ein Thema auszuarbeiten und in einem 20 minütigem Vortrag zu präsentieren. Für das Bestehen des Moduls sind zusätzlich 5 Vorträge anzuhören. Die möglichen Themen werden auf StudOn bereitgestellt. Die Vortragsdauer beträgt 20 Minuten mit anschließender 10 minütiger Diskussion.

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Tino Hausotte

Modulbezeichnung:	**Prozess- und Temperaturmesstechnik (PTMT)** (Process and Temperature Metrology)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tino Hausotte	
Lehrende:	Tino Hausotte, Lorenz Butzhammer, Elisa Wenig	

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

Lehrveranstaltungen:

Prozess- und Temperaturmesstechnik (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte)
Prozess- und Temperaturmesstechnik - Übung (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

- Der Besuch der Grundlagen-Vorlesungen *Grundlagen der Messtechnik* (GMT) wird empfohlen.

Inhalt:

- Temperaturmesstechnik: Messgröße Temperatur: (thermodynamische Temperatur, Symbole, Einheiten, Neudefinition der SI Einheiten, Temperatur als intensive Größe, Prinzip eines Messgerätes, direkte Messung und Voraussetzungen, indirekte Temperaturmessung und Voraussetzungen, Überblick primäre Temperaturmessverfahren, unmittelbar und mittelbare Temperaturmessung) - Prinzipielle Einteilung der Temperaturmessverfahren - Temperaturskalen: praktische Temperaturskalen (Tripelpunkte, Schmelz- und Erstarrungspunkte), klassische Temperaturskalen (Benennung und Fixpunkte), ITS 90 (Bereich, Fixpunkte, Interpolationsinstrumente) - Grundlagen der Temperaturmessung mit Berührungsthermometer - Mechanische Berührungsthermometer - Widerstandsthermometer (Pt100, NTC, PTC, Kennlinie, Messschaltungen) - Thermoelemente (Grundlagen, Aufbau, Vergleichsstelle, Bauformen) - Spezielle Temperaturmessverfahren (Rauschtemperaturmessung, Quarz-Thermometer) - Strahlungsthermometer (Grundlagen, Prinzip, Schwarzer Strahler)
- Messen des Druckes: - Messgröße Druck - Einteilung der Druckmessverfahren - Druckwaagen - Flüssigkeitsmanometer und - barometer - federelastische Druckmessgeräte - Druckmessumformer - Druckmittler - piezoelektrische Druckmessgeräte
- Messen des Durchflusses: - Messgröße Durchfluss - Einteilung der Durchflussmessverfahren - Volumetrische Messverfahren - Massendurchflussmessung
- Messen des Füllstandes und Grenzstandes: - Grundlagen (Messgrößen Füllstand und Grenzstand, Behälter, Einteilung) - Messverfahren
- Messen der Feuchte: - Grundlagen (Messgröße Feuchte) - Gasfeuchtemessung - Materialfeuchtemessung

Content

- Temperature measurement: Measure "temperature" (thermodynamic temperature, symbols, units, temperature and intensive quantity, principle of a measuring instrument, and direct measurement conditions, indirect temperature measurement and conditions Overview primary temperature measurement methods, direct and indirect temperature measurement) - Basic classification of temperature measurement methods - Temperature scales: practical temperature scales (triple points, melting and solidification points), classical temperature scales (naming and fixed points), ITS 90 (range, fixed points, interpolating instruments) - Mechanical contact thermometers - Resistance thermometer (Pt100, NTC, PTC, characteristic, measurement circuits) - Thermocouples (foundations, structure, junction, mounting positions) - Special methods of temperature measurement (noise temperature measurement, quartz thermometer) - Pyrometer - Static and dynamic thermal sensors
- Measurement of pressure: - Measurand pressure - Classification of pressure measuring method - Pressure balances - Liquid manometers and barometers - Resilient pressure gauges - Pressure transmitters - Diaphragm seals - Piezoelectric pressure gauge
- Measurement of flow: - Measurand flow - Classification of flow measurement methods - Volumetric measurement methods - Mass flow measurement
- Measurement of filling level and limit state: - Fundamentals (Measurands filling level and limit state, tanks, classification) - Measuring methods

- Measurement of humidity: - Fundamentals (Measurand humidity) - Gas humidity measurement - Material humidity measurements

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

- Die Studierenden kennen die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Prozessmesstechnik.
- Die Studierenden können Messaufgaben, die Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben.

Verstehen

- Die Studierenden können Messergebnissen und der zugrundeliegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren.
- Die Studierenden verstehen die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von nicht-geometrischen Prozessgrößen.

Anwenden

- Die Studierenden können Messaufgaben in den genannten Bereichen analysieren und beurteilen.
- Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich Prozessmesstechnik bewerten.
- Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Prozess- und Temperaturmesstechnik eigenständig auswählen.

Analysieren

- Die Studierenden erkennen selbständig Schwachstellen in der Planung und Durchführung von Messungen.

Evaluieren (Beurteilen)

- Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben übertragen.

Literatur:

- Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 - ISBN 978-3-446-42736-5
- Bernhard, Frank: Technische Temperaturmessung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2004 - ISBN 3-540-62672-7
- Freudenberger, Adalbert: Prozeßmeßtechnik. Vogel Buchverlag, 2000 - ISBN 978-3802317538
- Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 - ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3
- DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010

Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik

- Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präszision überall

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Qualitätsmanagement und Messtechnik | Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Prozess- und Temperaturmesstechnik (Prüfungsnummer: 72481)
(englische Bezeichnung: Process and Temperature Metrology)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Prüfungstermine, eine **allgemeine Regel der Prüfungstagvergabe** und **Termine der Klausureinsicht** finden Sie auf StudOn: Prüfungstermine und Termine der Klausureinsicht

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Tino Hausotte

Organisatorisches:

- Unterlagen zur Lehrveranstaltung werden auf der Lernplattform StudOn (www.studon.uni-erlangen.de) bereitgestellt. Das Passwort wird in der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

Modulbezeichnung:	**Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung (QM I)** (Quality Management I - Quality Techniques for Product Development and Manufacturing)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tino Hausotte	
Lehrende:	Tino Hausotte, Tamara Reuter, Matthias Busch	

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

Lehrveranstaltungen:

- Die virtuelle Lehrveranstaltung QTeK gilt als äquivalent zur **ehemaligen** Präsenzvorlesung Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung (QM I). Eine Prüfungsleistung über die Lehrveranstaltung kann nur einmal eingebracht werden (entweder QTeK oder QM I).
- Eine Kombination der einzeln abgelegten Prüfungsleistungen QTeK und QMaK als Wahlpflichtmodul **Qualitätsmanagement (QM)** ist nicht möglich.

Qualitätstechniken - QTeK - vhb (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte)

Inhalt:

- Einführung und Begriffe
- Grundwerkzeuge des Qualitätsmanagements
- Erweiterte Werkzeuge des Qualitätsmanagements
- Qualitätsmanagement in der Produktplanung (QFD)
- Qualitätsmanagement in der Entwicklung und Konstruktion (DR, FTA, ETA, FMEA)
- Versuchsmethodik
- Maschinen- und Prozessfähigkeit, Qualitätsregelkarten
- Zuverlässigkeitstechniken
- Qualitätsmanagementsystem - Aufbau und Einführung
- *Grundwerkzeuge des QM (Übung)*
- *QFD und FMEA (Übung)*
- *Versuchsmethodik (Übung)*
- *SPC (Übung)*

Lernziele und Kompetenzen:

Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Teilnehmenden in der Lage,

Wissen:

- die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien des prozessorientierten Qualitätsmanagements darzulegen

Verstehen:

- die Werkzeuge, Techniken und Methoden des Qualitätsmanagements entlang des Produktlebenszyklus darzustellen
- die Zuverlässigkeit von Systemen zu beschreiben
- den Aufbau und die Einführung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen

Anwenden:

- die grundlegenden Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeuge auf ein anderes Problem zu übertragen
- Prozesse mit Hilfe der statistischen Prozesslenkung (SPC), Qualitätsregelkarten und Prozessfähigkeitsindizes zu beschreiben

Analysieren

- mit Hilfe der Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeugen Probleme zu analysieren
- statistische Versuchspläne auf praktische Probleme zu übertragen und aus den Ergebnissen die Zusammenhänge und Einflüsse der Faktoren zu interpretieren

Evaluieren:

- statistische Auswertungen zu interpretieren und neue Probleme auf statistische Auffälligkeiten zu testen

Literatur:

- DGQ e.V. (Hrsg.): DGQ-Schrift 11-04: Managementsysteme Begriffe, Beuth Verlag, Berlin 2002
- DIN (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie, Beuth-Verlag, Berlin 1994
- Masing, W.: Handbuch Qualitätsmanagement, Carl HanserVerlag, München 2007

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Qualitätsmanagement und Messtechnik | Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung (Prüfungsnummer: 59401)
(englische Bezeichnung: Lecture/Tutorial: Quality Engineering in the Product Development Process)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Prüfungstermine, eine **allgemeine Regel der Prüfungstagvergabe** und **Termine der Klausureinsicht** finden Sie auf StudOn: Prüfungstermine und Termine der Klausureinsicht

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Tino Hausotte

Modulbezeichnung:	**Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement (QM II)** (Life-Cycle Oriented Quality Management)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tino Hausotte	
Lehrende:	Tino Hausotte, Assistenten	

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

Lehrveranstaltungen:

Die Präsenzveranstaltung Qualitätsmanagement II entfällt im Sommersemester 2021. Zur Vorbereitung auf die Prüfung QM II oder auf die Modulabschlussprüfung QM können Sie jedoch den als äquivalent geltenden E-Learning-Kurs Qualitätsmanagement - QMaK über StudOn belegen.

Qualitätsmanagement - QMaK (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

Inhalt:

- Qualitätsmanagementsystem - Auditierung und Zertifizierung
- Total Quality Management und EFQM-Modell
- Ausbildung und Motivation
- Kontinuierliche Verbesserungsprogramme und Benchmarking
- Problemlösungstechniken und Qualitätszirkel
- Qualitätsbewertung
- Qualität und Wirtschaftlichkeit
- Six Sigma
- Qualitätsmanagement bei Medizinprodukten
- *Qualitätsbewertung (Übung)*
- *Qualitätsbezogene Kosten und Wirtschaftlichkeit (Übung)*

Lernziele und Kompetenzen:

Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Teilnehmenden in der Lage,

Wissen:

- Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien des prozessorientierten Qualitätsmanagements wiederzugeben

Verstehen:

- Wissen zu Qualitätsmanagement als unternehmens- und produktlebenszyklusübergreifende Strategie zu veranschaulichen
- Anforderungen, Aufbau, Einführung sowie die Auditierung und Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen

Anwenden:

- Business Excellence anhand Total Quality Management (TQM), Unternehmensbewertungsmodelle wie EFQM und kontinuierlicher Verbesserungsprozesse im Unternehmen auszuführen
- die Interaktion von Qualitätsmanagement mit rechtlichen und sicherheitsrelevanten Themen zu erklären
- den Zusammenhang zwischen Qualitätsmanagement und Umweltmanagement zu beschreiben
- die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsverbesserungsmaßnahmen zu demonstrieren
- die Methodik „Six Sigma“ zu beschreiben und dem Kontext der Qualitätsverbesserung zuzuordnen

Analysieren:

- Handlungsgrundlagen hinsichtlich Ausbildungs-, Motivations- und Organisationsverbesserung zu ermitteln

Evaluieren:

- die Qualität mit etablierten Vorgehensweisen zu bewerten

Literatur:

- Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P.: Qualitätsmanagement von A - Z, Carl Hanser Verlag, München 2011
- Masing, W.: Handbuch Qualitätsmanagement, Carl Hanser Verlag, München 2014

- Wagner, K. W.; Patzak, G.: Performance Excellence - Der Praxisleitfaden zum effektiven Prozessmanagement, Carl Hanser Verlag, München 2020
- Zink, K. J.: Mitarbeiterbeteiligung bei Verbesserungs- und Veränderungsprozessen, Carl Hanser Verlag, München 2007

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Qualitätsmanagement und Messtechnik | Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement (Prüfungsnummer: 30301)
(englische Bezeichnung: Life-Cycle Oriented Quality Management)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Prüfungstermine, eine **allgemeine Regel der Prüfungstagvergabe** und **Termine der Klausureinsicht** finden Sie auf StudOn: Prüfungstermine und Termine der Klausureinsicht

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Tino Hausotte

Modulbezeichnung:	**Rechnergestützte Messtechnik (RMT)** (Computer-Aided Metrology)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tino Hausotte	
Lehrende:	Assistenten, Tino Hausotte	

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

Lehrveranstaltungen:

Rechnergestützte Messtechnik (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte)
Rechnergestützte Messtechnik - Übung (SS 2022, Übung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

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

Grundlagen der Messtechnik

Inhalt:

- **Grundlagen:** Grundbegriffe (Größe, Größenwert, Messgröße, Maßeinheit, Messprinzip, Messung, Messkette, Messsignal, Informationsparameter, analoges und digitales Signal) - Prinzip eines Messgerätes, direkte und indirekte Messmethode, Kennlinie und Kennlinienarten, analoge und digitale Messmethoden, kontinuierliche und diskontinuierliche Messung, Zeit- und Wertdiskretisierung, Auflösung, Empfindlichkeit, Messbereich - Signal, Messsignal, Klassifizierung von Signalen (Informationsparameter) - Signalbeschreibung, Fourierreihen und Fouriertransformation - Fourieranalyse - DFT und FFT (praktische Realisierung) - Aliasing und Shannon's-Abtasttheorem - Übertragungsverhalten (Antwortfunktionen, Frequenzgang, Übertragungsfunktion) - Laplace-Transformation, Digitalisierungskette, Z-Transformation und Wavelet-Transformation
- **Verarbeitung und Übertragung analoger Signale:** Messverstärker, Operationsverstärker (idealer und realer, Rückkopplung) - Kenngrößen von Operationsverstärkern - Frequenzabhängige Verstärkung von Operationsverstärkern - Operationsverstärkertypen - Rückkopplung und Grundschaltungen (Komparator, Invertierender Verstärker, Nichtinvertierender Verstärker, Impedanzwandler, Strom-Spannungs-Wandler, Differenzverstärker, Integrierer, Differenzierer, invertierender Addierer, Subtrahierer, Logarithmierer, e-Funktionsgeneratoren, Instrumentenverstärker) - OPV mit differentiellen Ausgang - analoge Filter (Tiefpassfilter, Hochpassfilter, Bandpassfilter, Bandsperrfilter, Bodeplot, Phasenschiebung, aktive analoge Filter) - Messsignalübertragung (Einheitssignale, Anschlussvarianten) - Spannungs-Frequenz-Wandler - Galvanische Trennung und optische Übertragung - Modulatoren und Demodulatoren - Multiplexer und Demultiplexer - Abtast-Halte-Glied
- **A/D- und D/A-Umsetzer:** Digitale und analoge Signale - Digitalisierungskette - A/D-Umsetzer (Nachlauf ADU, Wägeverfahren, Rampen-A/D-Umsetzer, Dual Slope-Verfahren, Charge-Balancing-A/D-Umsetzverfahren, Parallel-A/D-Umsetzer, Kaskaden-A/D-Umsetzverfahren, Pipeline-A/D-Umsetzer, Delta-Sigma-A/D-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer, Einsatzbereiche, Kennwerte, Abweichungen, Signal-Rausch-Verhältnis) - Digital-Analog-Umsetzungskette - D/A-Umsetzer (Direkt bzw. Parallelumsetzer, Wägeumsetzer, Zählverfahren, Pulsweitenmodulation, Delta-Sigma-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer)
- **Verarbeitung digitaler Signale:** digitale Codes - Schaltnetze (Kombinatorische Schaltungslogik) - Schaltalgebra und logische Grundverknüpfungen - Schaltwerke (Sequentielle Schaltnetze) - Speicherglieder (Flip-Flops, Sequentielle Grundschaltungen), Halbleiterspeicher (statische und dynamische, FIFO) - Anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASICs) - Programmierbare logische Schaltung (PLDs, Programmierbarkeit, Vorteile, Anwendungen, Programmierung) - Rechnerarten
- **Bussysteme:** Bussysteme (Master, Slave, Arbiter, Routing, Repeater) - Arbitrierung - Topologien (physikalische und logische Topologie, Kennwerte, Punkt-zu-Punkt-Topologie, vermaschtes Netz, Stern-Topologie, Ring-Topologie, Bus-Topologie, Baum-Topologie, Zell-Topologie) - Übertragungsmedien (Mehrdrahtleitung, Koaxialkabel, Lichtwellenleiter) - ISO-OSI-Referenzmodell - Physikalische Schnittstellenstandards (RS-232C, RS-422, RS-485) - Feldbussysteme, GPIB (IEC-625-Bus), Messgerätebusse

- **USB Universal Serial Bus:** Struktur des Busses - Verbindung der Geräte, Transceiver, Geschwindigkeitserkennung, Signalkodierung - Übertragungsarten (Control-Transfer, Bulk-Transfer, Isochrone-Transfer, Interrupt-Transfer, Datenübertragung mit Paketen) - Frames und Mikroframes, Geschwindigkeiten, Geschwindigkeitsumsetzung mit Hub - Deskriptoren und Software - Layer Entwicklungstools - Compliance Test - USB 3.0
- **Digitale Filter:** Analoge Filter - Eigenschaften und Charakterisierung von digitalen Filtern - Digitale Filter (Implementierung, Topologien, IIR-Filter und FIR-Filter) und Formen - Messwert-Dezimierer, digitaler Mittelwertfilter, Gaußfilter - Fensterfunktionen, Gibbs-Phänomen - Realisierung mit MATLAB - Vor- und Nachteile digitaler Filter
- **Messdatenauswertung:** Absolute, relative, zufällige und systematische Messabweichungen, Umgang mit Messabweichungen, Kalibrierung - Korrelationsanalyse - Kennlinienabweichungen und Methoden zu deren Ermittlung - Regressionsanalyse - Kennlinienkorrektur - Approximation, Interpolation, Extrapolation - Arten der Kennlinienkorrektur - Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit, Fehlerfortpflanzungsgesetz (altes Konzept), Messunsicherheit und deren Bestimmung - Vorgehensweise zur Ermittlung der Unsicherheit, Monte-Carlo-Methode
- **Schaltungs- und Leiterplattenentwurf:** Leiterplatten - Leiterplattenmaterial - Leiterplattenarten - Durchkontaktierungen - Leiterplattenentwurf und -entflechtung - Software - Leiterplattenherstellung

Contents

- **Basics:** Terms (quantity, quantity value, measurand, measurement unit, principle of measurement, measurement, measuring chain, measurement signal, information parameter, analogue and digital signal) - Principle of a measuring instrument, direct and indirect measurement, characteristic curves and characteristic curve types, analogue and digital measuring methods, continuous and discontinuous measurement, time and value discretisation, resolution, sensitivity, measuring interval (range) - Signal, measurement signal, classification of signals (information parameter) - Signal description, Fourier series and Fourier transformation - Fourier analysis - DFT and FFT (practical realization) - Aliasing and Shannon's sampling theorem - Transfer behaviour (response functions, frequency response, transfer function) - Laplace transform, digitisation chain, Z-transform and wavelet transform
- **Processing and transmission of analogue signals:** Measuring amplifiers, operational amplifiers (ideal and real, feedback) - Characteristics of operational amplifiers - Frequency-dependent gain of operational amplifiers - Operational amplifier types - Feedback and basic circuits (comparator, inverting amplifier, non-inverting amplifier, impedance converter, current-voltage converter, differential amplifier, integrator, differentiator, inverting adder, subtractor, logarithmic, exponential function generators, instrumentation amplifier) - OPV with differential output - Analogue filter (low pass filter, high pass filter, band pass filter, band elimination filter, Bodeplot, phase shifting, active analogue filters) - Measurement signal transmission (standard signals, connection variants) - Voltage-frequency converters - Galvanic isolation and optical transmission - modulators and demodulators - multiplexers and demultiplexers - sample-and-hold amplifier
- **A/D and D/A converter:** Digital and analogue signals - Digitisation chain - A/D converter (follow-up ADC, weighing method, ramp A/D converter, dual slope method, charge-balancing ADC, parallel ADC, cascade ADC, pipeline A/D converter, the delta-sigma A/D converter / 1-bit to N-bit converter, application, characteristics, deviations, signal-to-noise ratio) - Digital-to-analogue conversion chain - D/A converter (direct or parallel converters, weighing method, counting method, pulse width modulation, delta-sigma converter / 1-bit to N-bit converter)
- **Digital signal processing:** Digital codes - Switching networks (combinatorial circuit logic) - Boolean algebra and basic logic operations - Sequential circuit (sequential switching networks) - Storage elements (flip-flops, sequential basic circuits), semiconductor memory (static and dynamic, FIFO) - Application Specific Integrated Circuits (ASICs) - The programmable logic device (PLD, programmability, benefits, applications, programming) - computer types
- **Data bus systems:** Bus systems (master, slave, arbiter, routing, repeater) - Arbitration - Topologies (physical and logical topology, characteristics, point-to-point topology, mesh network, star topology, ring topology, bus topology, tree topology, cell topology) - Transmission media (multi-wire cable, coaxial cable, fibre optic cable) - ISO OSI reference model - Physical interface standards (RS-232C, RS-422, RS-485) - Fieldbus systems, GPIB (IEC-625 bus) , Measuring device buses

- **USB Universal Serial Bus:** Bus structure - Connection of the devices, transceiver, speed detection, signal coding - Transfer types (control transfer, bulk transfer, isochronous transfer, interrupt transfer, data transfer with packages) - Frames and micro-frames, speeds, speed conversion with hubs - Descriptors and software - Layer development tools - Compliance test - USB 3.0
- **Digital filters:** Analogue filter - Properties and characterization of digital filters - Digital Filter (implementation, topologies, IIR filters and FIR filters) and forms - Measurement value decimator, digital averaging filter, Gaussian filter - Window functions, Gibbs phenomenon - Realisation with MATLAB - Advantages and disadvantages of digital filters
- **Data analysis:** Absolute, relative, random and systematic errors, handling of measurement errors, calibration - Correlation analysis - Characteristic curve deviations and methods for their determination - Regression analysis - Characteristic curve correction - Approximation, interpolation, extrapolation - Kinds of characteristic curve correction - Measurement precision, measurement accuracy, measurement trueness, error propagation law (old concept), uncertainty and their estimation - Procedure for determining the uncertainty, Monte Carlo method
- **Circuit and PCB design:** Printed circuit boards (PCB) - PCB material - PCB types - Vias - PCB design and deconcentration - Software - PCB production

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

- Die Studierenden können einen Überblick zur rechnergestützten Messtechnik sowie deren Einsatzgebiete wiedergeben.
- Die Studierenden können Wissen zur rechnergestützten Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und - visualisierung als Grundlage für zielorientierte, effiziente Entwicklung und für kontinuierliche Produkt- und Prozessverbesserung abrufen

Verstehen

- Die Studierenden können Konzepte zur Sensorintegration und Datenfusion beschreiben

Evaluieren (Beurteilen)

- Die Studierenden können rechnergestützte Werkzeuge für die Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und -visualisierung auswählen und bewerten.

Literatur:

- International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html
- DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012
- Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 - ISBN 978-3-446-42736-5
- Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik. 6. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012 - ISBN 978-3-642-22608-3
- Richter, Werner: Elektrische Meßtechnik. 3. Auflage, Verlag Technik Berlin, 1994 - ISBN 3-341-01106-4
- H. Czichos (Hrsg.): Das Ingenieurwissen Gebundene. 7. Auflage, Springer Verlag, 2012, ISBN 978-3-642-22849-0.
- Best, Roland: Digitale Meßwertverarbeitung. Oldenbourg München, 1991 - ISBN 3-486-21573-6.
- E DIN IEC 60050-351:2013-07 International Electrotechnical Vocabulary - Part 351: Control technology / Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 351: Leittechnik.
- DIN 44300:1982-03 Informationsverarbeitung; Begriffe.
- DIN 44300-1:1995-03 Informationsverarbeitung - Begriffe - Teil 1: Allgemeine Begriffe.
- DIN 40900-12:1992-09 Graphische Symbole für Schaltungsunterlagen; Binäre Elemente.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Qualitätsmanagement und Messtechnik | Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Rechnergestützte Messtechnik (Prüfungsnummer: 69301)
(englische Bezeichnung: Computer-Aided Metrology)

Prüfungsleistung, Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Prüfungstermine, eine **allgemeine Regel der Prüfungstagvergabe** und **Termine der Klausureinsicht** finden Sie auf StudOn: Prüfungstermine und Termine der Klausureinsicht
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Tino Hausotte

Modulbezeichnung:	**Grundlagen der Messtechnik (GMT)** (Fundamentals of Metrology)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Tino Hausotte	
Lehrende:	Tino Hausotte, ,	

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

Lehrveranstaltungen:

Grundlagen der Messtechnik (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte)
Grundlagen der Messtechnik - Übung (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

Inhalt:

Allgemeine Grundlagen

- **Was ist Metrologie:** Metrologie und Teilgebiete, Einsatzbereiche, historische Entwicklung des Einheitssystems, SI-Einheitensystem - SI-Einheiten (cd, K, kg, m, s, A, mol) - Größe, Größenwert - Extensive und intensive Größen - Messung, Messgröße, Maßeinheit, Messergebnis, Messwert, Gebrauch und korrekte Angabe der Einheiten, Schreibweisen von Größenwerten, Angabe von Einheiten - Grundvoraussetzungen für das Messen - Rückführung der Einheiten
- **Messprinzipien, Messmethoden und Messverfahren:** Messprinzip, Messmethode, Messverfahren - Einteilung der Messmethoden, Ausschlagmessmethode, Differenzmessmethode, Substitutionsmessmethode und Nullabgleichsmethode (Kompensationsmethode) - Prinzip eines Messgerätes, direkte und indirekte Messmethoden - Kennlinie und Kennlinienarten, analoge und digitale Messmethoden, kontinuierliche und diskontinuierliche Messung, Auflösung, Empfindlichkeit, Messbereich - absolute und inkrementelle Messmethoden
- **Statistik - Auswertung von Messreihen:** Berechnung eines Messergebnisses anhand von Messreihen - Grundbegriffe der deskriptiven Statistik - Darstellung und Interpretation von Messwertverteilungen (Histogramme) - Häufigkeit (absolute, relative, kumulierte, relative kumulierte) - Berechnung und Interpretation grundlegender Parameter: Lage (Mittelwert, Median, Modus), Streuung (Spannweite, Varianz, Standardabweichung, Variationskoeffizient), Form (Schiefe, Kurtosis bzw. Exzess) - Grundbegriffe der Stochastik, Wahrscheinlichkeiten, Verteilungen (Rechteck-, U- und Normalverteilung), Zentraler Grenzwertsatz, statistische Momente - Grundbegriffe der analytischen Statistik, statistische Tests und statistische Schätzverfahren - Korrelation und Regression
- **Messabweichungen und Messunsicherheit:** Messwert, wahrer Wert, Ringvergleich, vereinbarter Wert - Einflüsse auf die Messung (Ishikawa-Diagramm) - Messabweichung (absolute, relative, systematische, zufällige) - Umgang mit Messabweichungen, Korrektion bekannter systematischer Messabweichungen - Kalibrierung, Verifizierung, Eichung - Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit - Wiederholbedingungen/-präzision, Vergleichsbedingungen/-präzision, Erweiterte Vergleichsbedingungen/-präzision - Fehlerfortpflanzungsgesetz (altes Konzept), Messunsicherheit, Eigenunsicherheit, Übersicht über Standardverfahren des GUM (Messunsicherheit), korrekte Angabe eines Messergebnisses

Messgrößen des SI-Einheitensystems

- **Messen elektrischer Größen und digitale Messtechnik:** SI-Basiseinheit Ampere, Widerstands- und Spannungsnormale, Messung von Strom und Spannung, Lorentzkraft, Drehspulmesswerk, Bereichsanpassung - Widerstandsmessung, strom- und spannungsrichtige Messung, Wheatstone'sche Brückenschaltung (Viertel-, Halb- und Vollbrücke, Differenzmethode und Kompensationsmethode) - Charakteristische Werte sinusförmiger Wechselgrößen, Dreheisenmesswerk, Wechselspannungsbrücke - Messsignale, dynamische Kennfunktionen und Kennwerte, Übertragungsfunktionen (Frequenzgänge) - Digitalisierungskette, Zeit- und Wertdiskretisierung, Alias-Effekte, Shannon's Abtasttheorem, Filter, Operationsverstärker (Invertierender Verstärker, Nichtinvertierender Verstärker, Impedanzwandler, invertierender Addierer, Differenzverstärker, Integrierer, Differenzierer, Instrumentenverstärker), Abtast-Halte-Glied, Analog-Digital-Wandlung, Abweichungen bei der Analog-Digital-Wandlung - Universelle Messgeräte (Digitalmultimeter, analoge und digitale Oszilloskope)

- **Messen optischer Größen:** Licht und Eigenschaften des Lichtes - Empfindlichkeitsspektrum des Auges - Radiometrie und Photometrie - SI-Basiseinheit Candela (cd, Lichtstärke) - Strahlungsfluss, radiometrisches (fotometrisches) Grundgesetz, photometrische und radiometrische Größen - Strahlungsgesetze - Fotodetektoren (Fotowiderstände, Fotodioden, Betriebsarten, Bauformen, CCD- und CMOS-Sensoren)
- **Messen von Temperaturen:** Temperatur, SI-Basiseinheit Kelvin, Definition, Wärmeübertragung (Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung) - Thermodynamische Temperatur - Primäre und sekundäre Temperaturmessverfahren, praktische Temperaturskalen, Fixpunkte (Tripelpunkte, Erstarrungspunkte), Fixpunktzellen, klassische Temperaturskalen, internationale Temperaturskala (ITS-90) - Berührungsthermometer, thermische Messabweichungen, thermische Ausdehnung, Gasthermometer, Flüssigkeitsglasthermometer, Bimetall-Thermometer, Metall-Widerstandsthermometer (Kennlinie, Genauigkeit, Bauformen, Messschaltungen), Thermoelemente (Seebeck-Effekt, Bauformen, Ausgleichsleitungen, Messschaltungen) - Strahlungsthermometer (Prinzip, Strahlungsgesetze, Pyrometer, Messabweichungen)
- **Zeit und Frequenz:** SI - Basiseinheit Sekunde, Zeitmessung (Aufgaben, Historie, mechanische Uhren, Quarzuhren, Atomuhr) - Darstellung der Zeit - Verbreitung der Zeitskala UTC - Globales Positionssystem (GPS) - Frequenz- und Phasenwinkelmessung
- **Längenmesstechnik:** SI - Basiseinheit Meter - Messschieber, Abbe'sches Komparatorprinzip, Bügelmessschraube, Abweichungen 1.- und 2.-Ordnung - Längenmessung mit Linearencodern (Bewegungsrichtung, Ausgangssignale, Differenzsignale, Demodulation) - Absolutkodierung (V-Scannen und Gray Code) - Interferometrie, Michelson-Interferometer, transversale elektromagnetische Wellen, Grundlagen der Interferenz, destruktive und konstruktive Interferenz, Homodynprinzip, Heterodynprinzip, Interferenz am Homodyninterferometer, Demodulation am Homodyn- und Heterodyninterferometer, Einfluss Luftbrechzahl, Realisierung der Meterdefinition, Reflektoren und Aufbau von Interferometern, induktive Längenmessung, kapazitive Längenmessung, Laufzeitmessung
- **Masse, Kraft und Drehmoment:** SI - Basiseinheit Kilogramm, Definition Masse, Kraft und Drehmoment - Massenormale (Vergleiche, Bauformen und Abweichungsgrenzen), Prinzip der Masseableitung, Stabilität der Einheit und Neudefinition - Messprinzipien von Waagen, Einflussgrößen bei Massebestimmung (lokale Erdbeschleunigung, Luftauftrieb), Balkenwaage (unterschalige Waagen, Empfindlichkeit, Bauformen, oberschalige Waagen, Ecklastabhängigkeit), Federwaage, DMS, Verformungskörper, DMS-Waage, EMK-Waage, Massekomparatoren - Drehmomentmessung (Reaktions- und Aktionsdrehmoment)

Teilgebiete der industriellen Messtechnik

- **Prozessmesstechnik:** Messgrößen der Prozessmesstechnik - Definition des Druckes, Druckarten (Absolutdruck, Überdruck, Differenzdruck) - Druckwaage (Kolbenmanometer), U-Rohrmanometer und -Barometer, Rohrfedermanometer, Plattenfedermanometer - Drucksensoren (mit DMS, piezoresistiv, kapazitiv, piezoelektrisch) - Durchflussmessung (Volumenstrom und Massestrom, Strömung von Fluiden) - volumetrische Verfahren, Wirkdruckverfahren, magnetisch-induktive Durchflussmessung, Ultraschall-Durchflussmessung - Massedurchflussmessung (Coriolis, thermisch)
- **Fertigungsmesstechnik:** Aufgaben, Methoden, Ziele und Bereiche der Fertigungsmesstechnik - Gestaltparameter von Werkstücken (Mikro- und Makrogestalt), Geometrische Produktspezifikation (GPS), Gestaltabweichungsarten - Geräte und Hilfsmittel der Fertigungsmesstechnik, Gegenüberstellung klassische Fertigungsmesstechnik und Koordinatenmesstechnik, Auswertung - Bauarten und Grundstruktur von Koordinatenmessgeräten - Vorgehensweise bei Messen mit einem Koordinatenmessgerät

Inhalt (Übung)

- Grundlagen der Elektrotechnik (Wiederholung von Grundlagen)
- Statistik - Auswertung von Messreihen (Histogramme, Hypothesentest, Konfidenzintervalle, statistischen Maßzahlen)
- Korrelation und Regression (Korrelationskoeffizient, Fehlerfortpflanzung, Residuenanalyse)
- Messabweichungen, Einführung in die Messunsicherheitsberechnung (Kompensation systematischer Abweichungen, Messunsicherheitsanalyse einer einfachen Messung)

- Elektrische Größen, Messelektronik und Analog-Digital-Umsetzung (Abweichungsberechnung bei der Strommessung, Anpassungsnetzwerk für ein Drehspulinstrument, Bereichsanpassung mit einem Operationsverstärker)
- Anwendung der Wheatstone'schen Brückenschaltung bei Messungen mit Dehnungsmessstreifen
- Messungen mit Fotodioden bei unterschiedlichen Betriebsarten
- Temperaturmesstechnik (Aufgaben zu Metall-Widerstandsthermometern und Pyrometern)
- Längenmesstechnik (Abbe'sche Prinzip, Induktivität eines Eisenkerns mit Luftspalt, Foliendickenmessung mittels einer kapazitiven Messeinrichtung)
- Messen von Kraft und Masse (Massewirkung, Balkenwaage, Federwaage, piezoelektrischer Kraftsensor)
- Prozessmesstechnik (Druck- und Durchflussmessung, U-Rohrmanometer, Corioliskraftmessung, Ultraschallmessverfahren, Turbinenzähler)
- Fertigungsmesstechnik (Standardgeometrieelemente, Angabe von Toleranzen, Prüfen von Rundheitsabweichungen mit Hilfe eines Feinzeigers)

Contents (Lecture)

General basics

- **What is metrology:** Metrology and braches, application fields, historical development of the unit system, SI unit system - Definitions of SI units (cd, K, kg, m, s, A, mol) - Quantity, quantity value - Extensive and intensive quantities - Measurement, measurand, measurement unit, measurement result, measured quantity value - Correct use and notation of units and of quantity values - Basic requirements for the measurement - Traceability
- **Principles, methods and procedures of measurement:** Principles, methods and procedures of measurement - Classification of measurement methods, deflection, differential, substitution and compensation measurement methods - Principle of a measuring instrument, direct and indirect measurement methods - Characteristic curve, types of characteristic curves, analogue and digital measurement methods, continuous and discontinuous measurement, resolution, sensitivity, measuring interval - Absolute and incremental measurement methods
- **Statistics - Evaluation of measurements series:** Calculation of a measurement result based on measurement series - Basic terms of descriptive statistics - Presentation and interpretation of measured value distributions (histograms) - Frequency (absolute, relative, cumulative, relative cumulative) - Calculation and interpretation of basic parameters: location (mean, median, mode), dispersion (range, variance, standard deviation, coefficient of variation), shape (skewness, excess, kurtosis) - Basic terms of stochastics, probabilities, distributions (rectangle, U and normal distribution), central limit theorem, statistical moments - Basic terms of analytical statistics, statistical tests and statistical estimation methods - Correlation and regression
- **Measurement errors and measurement uncertainty:** Measured value, true value, key comparison, conventional quantity value - Influences on the measurement (Ishikawa diagram) - Measurement error (absolute, relative, systematic, random) - Handling of errors, correction of known systematic measurement errors - Calibration, verification, legal verification - Measurement precision, accuracy and trueness - Repeatability conditions and repeatability, intermediate precision condition and measurement precision, reproducibility condition of measurement and reproducibility - Error propagation law (old concept), measurement uncertainty, definitional uncertainty, overview of standard method of the GUM (measurement uncertainty), correct specification of a measurement result

Mesurands of the SI system of units

- **Measurement of electrical quantities:** SI base unit Ampere, resistance and voltage standards, measurement of current and voltage, Lorentz force, moving coil instrument, range adjustment - Resistance measurement, current and voltage correct measurement, Wheatstone bridge circuit (quarter, half and full bridge, differential method and compensation method) - Characteristic values of sinusoidal alternating quantities, moving iron instrument, alternating voltage bridge - Measuring signals, dynamic characteristic functions and characteristics, transfer functions (frequency responses) - Digitalisation chain, time and value discretization, aliasing, Shannon's sampling theorem, filter,

operational amplifier (inverting amplifier, non-inverting amplifier, impedance converter, inverting summing amplifier, differential amplifier, integrating amplifier, differentiating amplifier, instrumentation amplifier), sample-and-hold device, analogue-digital conversion, errors of analogue-to-digital conversion - Universal measuring devices (digital multimeter, analogue and digital oscilloscopes)

- **Measurement of optical quantities:** Light and properties of light - Sensitivity spectra of the eye - Radiometry and photometry - SI base unit candela (cd, luminous intensity) - Radiant flux, radiometric (photometric) fundamental law, photometric and radiometric quantities - Radiation laws - Photo detectors (photo resistors, photo diodes, modes of operation, designs, CCD and CMOS sensors)
- **Measurement of temperatures:** Temperature, SI base unit Kelvin, definition, heat transfer (conduction, convection, radiation) - Thermodynamic temperature - Primary and secondary temperature measurement methods, practical temperature scales, fixpoints (triple points, freezing points), fixpoint cells, classical temperature scales, International Temperature Scale (ITS-90) - Contact thermometers, thermal measurement errors, thermal expansion, gas thermometer, liquid thermometer, bimetal thermometer, metal resistance thermometers (characteristic curve, accuracy, designs, circuits), thermocouples (Seebeck effect, designs, extension wires, measurement circuits) - Radiation thermometer (principle, radiation laws, pyrometers, measurement errors)
- **Time and frequency:** SI base unit second, time measurement (tasks, history, mechanical clocks, quartz clock, atomic clock) - Representation of time - Propagation of UTC - Global Positioning System (GPS) - Frequency and phase angle measurement
- Length: SI base unit metre - Calliper, Abbe comparator principle, micrometer, errors 1st and 2nd order - Length measurement with linear encoders (motion direction, output signals, differential signals, demodulation) - Absolute coding (V-Scan and Gray code) - Interferometry, Michelson interferometer, transversal electromagnetic waves, basics of interference, destructive and constructive interference, homodyne principle, heterodyne principle, interference on homodyne interferometer, demodulation at homodyne and heterodyne interferometer, influence of air refractive index, realisation of the metre definition, reflectors and assembly of interferometers, inductive length measurement, capacitive length measurement, time of flight measurement
- **Mass, force and torque:** SI - base unit kilogram, definition of mass, force and torque - Mass standards (comparisons, types, deviation limits), principle of mass dissemination, stability of the unit and redefinition - Measurement principles of weighing, influences for mass determination (local gravitational acceleration, air buoyancy), beam balance (hanging pan balances, sensitivity, types, top pan balances, corner load sensitivity), spring balance, DMS, deformation elements, DMS balance, EMC balance, mass comparators - Measurement of torque (reactive and active)

Branches of industrial metrology

- **Process measurement technology:** Quantities of process measurement technology - Definition of pressure, pressure types (absolute pressure, overpressure, differential pressure) - Deadweight tester (piston manometer), U-tube manometer and barometer, bourdon tube gauge, diaphragm pressure gauge - Pressure sensors (with DMS, piezoresistive, capacitive, piezoelectric) - Flow measurement (volume flow and mass flow, flow of fluids) - Volumetric method, differential pressure method, magneto-inductive flowmeter, ultrasonic flow measurement - Mass flow rate measurement (Coriolis, thermal)
- **Manufacturing metrology:** Tasks, methods, objectives and branches of manufacturing metrology - Form parameters of workpieces (micro-and macro-shape), geometrical product specification (GPS), geometrical tolerances - Comparison of classical manufacturing metrology and coordinate metrology, evaluation - Designs and basic structure of coordinate measuring machines - Procedure for measuring with a coordinate measuring machine

Lernziele und Kompetenzen:

Wissen

- Die Studierenden kennen grundlegende statistische Methoden zur Beurteilung von Messergebnissen und Ermittlung von Messunsicherheiten.
- Die Studierenden kennen grundlegende Messverfahren zur Erfassung der Messgrößen aller SI-Einheiten.

- Die Studierenden kennen das Basiswissen zu Grundlagen der Messtechnik und messtechnischen Tätigkeiten.
- Die Studierenden haben Grundkenntnisse zur methodisch-operativen Herangehensweise an Aufgaben des Messens statischer Größen, zum Lösen einfacher Messaufgaben und zum Ermitteln von Messergebnissen aus Messwerten.

Verstehen

- Die Studierenden können die Eigenschaften von Messeinrichtungen und Messprozessen beschreiben.
- Die Studierenden können das Internationale Einheitensystem und die Rückführung von Messergebnissen beschreiben.

Anwenden

- Die Studierenden können einfache Messungen statischer Größen durchführen.
- Die Studierenden können Messunsicherheiten komplexer Messeinrichtungen bei gegebenen Eingangsgrößen berechnen.

Evaluieren (Beurteilen)

- Die Studierenden können Messeinrichtungen, Messprozesse und Messergebnisse bewerten.

Learning targets and competences:

Remembering

- The students know basic statistical methods for the evaluation of measurement results and the determination of measurement uncertainties.
- The students know basic measuring methods for the record of measured values for all SI units.
- The students have basic knowledge of fundamentals of metrology and metrology activities.
- The students have fundamental knowledge for methodological and operational approach to measuring tasks of static measurement types, to solve basic measurement tasks and to establishing measurement results from measurement values.

Understanding

- The students are able to describe the characteristics of measuring instruments and measurement processes.
- The students are able to describe the international system of units (SI) and the traceability of measurement results

Applying

- The students are able to run basic measurements of static measurands.

Evaluating

- The students are able to evaluate measuring systems, measurement processes and measurement results.
- Students are able to calculate the measurement uncertainty of complex measuring systems for given input variables.

Literatur:

- International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html
- DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012
- Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 - ISBN 978-3-446-42736-5
- Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik. 6. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012 - ISBN 978-3-642-22608-3
- Richter, Werner: Elektrische Meßtechnik. 3. Auflage, Verlag Technik Berlin, 1994 - ISBN 3-341-01106-4
- Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 - ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3
- H. Czichos (Hrsg.): Das Ingenieurwissen Gebundene. 7. Auflage, Springer Verlag, 2012, ISBN 978-3-642-22849-0.

- Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmesstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 - ISBN 3-478-93264-5
- Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 - ISBN 3-486-24219-9
- Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 - ISBN 978-3-8348-0692-5
- Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 - ISBN 3-540-11784-9

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Qualitätsmanagement und Messtechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Bachelor of Science)", "Energietechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Technomathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Grundlagen der Messtechnik (Prüfungsnummer: 45101)
(englische Bezeichnung: Fundamentals of Metrology)

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

- **Prüfungstermine**, eine **allgemeine Regel der Prüfungstagvergabe** und **Termine der Klausureinsicht** finden Sie auf StudOn: Prüfungstermine und Termine der Klausureinsicht
- Die Lehrveranstaltungen *Grundlagen der Messtechnik* [*GMT*] im Wintersemester und *Fundamentals of Metrology* [*FoM*] im Sommersemester sind **inhaltlich identisch**. Beide Lehrveranstaltungen werden **bilingual** (Vorlesungsunterlagen: englisch-deutsch, Vortragssprache: deutsch) gehalten.
- Die **Prüfungen** über *Grundlagen der Messtechnik* [*GMT*] (Prüfungnr. 45101) und *Fundamentals of Metrology* [*FoM*] (Prüfungnr. 47701) sind **inhaltlich identisch**. Die Aufgabenstellung der Prüfung über *GMT* ist nur **in Deutsch**, während die Aufgabenstellung der Prüfung über *FoM* **bilingual** (englisch-deutsch) ist.

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022, 2. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Tino Hausotte

Organisatorisches:

- Unterlagen zur Lehrveranstaltung werden auf der Lernplattform StudOn (www.studon.uni-erlangen.de) bereitgestellt. Das Passwort wird in der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

Modulbezeichnung:	**Grundlagen der Produktentwicklung (GPE)** (Basic Principles of Product Development)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Sandro Wartzack	
Lehrende:	und Mitarbeiter/innen, Marcel Bartz	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 120 Std.	Eigenstudium: 105 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Technische Darstellungslehre für GPE (WS 2021/2022, optional, Vorlesung, Benjamin Schleich)
Vorlesung Maschinenelemente I (WS 2021/2022, Vorlesung, 4 SWS, Marcel Bartz)
Übungen zu Maschinenelemente I (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Michael Jüttner)

Empfohlene Voraussetzungen:

Es werden empfohlen:

- Technische Darstellungslehre I
- Statik und Festigkeitslehre

Inhalt:

Einführung in die Produktentwicklung

- Synthese und Analyse als zentrale Aufgaben
- Vorgehensmodelle im Produktentwicklungsprozess

Konstruktionswerkstoffe Grundlagen der Bauteilauslegung - Festigkeitslehre

- Typische Versagenskriterien
- Definition und Aufgaben der Festigkeitslehre, Prinzip
- Ermittlung von Belastungen
- Ermittlung von Beanspruchungen
- Beanspruchungsarten
- Zeitlicher Verlauf der Beanspruchung und Lastannahmen
- Resultierende Spannungen und Vergleichsspannungen
- Kerbwirkung und Stützwirkung
- Weitere Einflussfaktoren auf die Festigkeit von Bauteilen
- Maßgebliche Werkstoffkennwerte
- Bauteildimensionierung und Festigkeitsnachweis

Einführung in die Technische Produktgestaltung

- Gestalten von Maschinen
- Fertigungsgerechtes Gestalten
- Sicherheitsgerechtes Gestalten

Normung, Toleranzen, Passungen und Oberflächen Maschinenelemente

- Schweißverbindungen
- Passfeder- und Keilwellenverbindungen
- Bolzen- und Stiftverbindungen
- Zylindrische Pressverbindungen
- Kegelverbindungen
- Spannelementverbindungen
- Schraubenverbindungen
- Wälzlager
- Gleitlager
- Dichtungen
- Stirnräder und Stirnradgetriebe
- Kupplungen

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Im Rahmen von GPE erlangen die Studierenden grundlegende Kenntnisse im Bereich der Maschinenelemente. Die Studierenden sind vertraut mit Fachbegriffen und können Wissen zu folgenden Themenbereichen wiedergeben:

- Gestalten von Maschinenbauteilen unter besonderer Berücksichtigung der Fertigungsgerechtheit
- Normen (DIN, EN, ISO), Richtlinien (VDI, FKM) und Standards im Kontext des Maschinenbaus
- herstell- und messbedingte Abweichungen sowie zu vergebende Toleranzen für Maß, Form, Lage und Oberfläche bei Maschinenbauteilen
- rotatorische Wälzlager und Wälzlagerungen, insbesondere Wissen über die gängigen Radial- und Axialwälzlagerbauformen, deren spezifische Merkmale und Eigenschaften sowie deren sachgerechte Einbindung in die Umgebungskonstruktion
- Getriebe als wichtige mechanische Komponente in Antriebssträngen

Verstehen

Die Studierenden verstehen Zusammenhänge zu erarbeitetem Wissen durch die Erschließung von Querverbindungen zu den in folgenden Lehrveranstaltungen erworbenen bzw. zu erwerbenden Kompetenzen:

- Lehrveranstaltung Produktionstechnik und Technische Produktgestaltung
- Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre
- Lehrveranstaltung Messtechnik

Die Studierenden gewinnen ein allgemeines Verständnis für:

- das Konstruieren von Maschinen als methodischer Prozess unter besonderer Beachtung von Synthese und Analyse als zentrale Aufgaben der Produktentwicklung und auf Basis der Begriffe Merkmale und Eigenschaften nach der Definition von WEBER. Mit Fokus auf VDI 2221 ff verstehen die Studierenden Vorgehensmodelle in Produktentwicklungsprozessen. Hierbei werden Querverweise zu den in der Lehrveranstaltung Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren zu erwerbenden Kompetenzen aufgezeigt.
- die Konstruktionswerkstoffe, deren spezifische Eigenschaften sowie Möglichkeiten zur Beschreibung des Festigkeits-, Verformungs- und Bruchverhaltens. Unter Konstruktionswerkstoffen werden insbesondere Eisenwerkstoffe, daneben auch Nichteisenmetalle, Polymerwerkstoffe und spezielle neue Werkstoffe, z. B. Verbundwerkstoffe, verstanden. Es werden Querverbindungen zu den in der Lehrveranstaltung Werkstoffkunde erworbenen Kompetenzen erschlossen.

Die Studierenden gewinnen ein Verständnis für Maschinenbauteile im Hinblick auf deren rechnerische Auslegung und konstruktive Gestaltung unter Berücksichtigung des Werkstoffverhaltens, der Geometrie und der auf das Bauteil einwirkenden Lasten. Hierzu:

- Unterscheidung von Nennspannungen und örtlichen Spannungen
- Verständnis für mehrachsige Beanspruchungszustände und Festigkeitshypothesen in Verbindung mit den werkstoffspezifischen Versagenskriterien
- Verständnis für die Auswirkungen von Kerben auf Maschinenbauteile unter statischer und dynamischer Beanspruchung
- Verständnis für Werkstoffkennwerte und den Einfluss der Bauteilgröße und des Oberflächenzustandes sowie Gegenüberstellung zu dazugehörigen Versagenskriterien.

Die Studierenden gewinnen ein funktionsorientiertes Verständnis für und Überblick zu gängigen Maschinenelementen sowie Vertiefung zahlreicher Maschinenelemente unter Berücksichtigung derer spezifischen Merkmale, Eigenschaften und Einsatzbedingungen. Insbesondere wird hierbei ein Schwerpunkt auf das Erlangen eines Verständnisses für Wirkprinzipien und Gestaltung gelegt. Im Einzelnen für:

- Schweißverbindungen
- formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen
- Bolzen- und Stiftverbindungen
- reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen
- Elemente von Schraubenverbindungen unter besonderer Berücksichtigung des Maschinenelements Schraube (Gewinde), sowie Schaubensicherungen
- rotatorische Wälzlager und Wälzlagerungen. Hierzu ein Verständnis für die konstruktive Gestaltung von Wälzlagerstellen, insbesondere Passungswahl und Lageranordnungen
- statische und dynamische Dichtungen und deren Klassifizierung sowie die Auswahl von Dich-

tungen unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen
- Basiswissen über Antriebssysteme, Antriebsstränge und Antriebskomponenten, Verständnis für Last- und Beschleunigungsdrehmomente und zu reduzierende Trägheitsmomente. Hierbei Aufzeigen von Querverweisen zu den in den Lehrveranstaltungen Regelungstechnik und Elektrische Antriebstechnik zu erwerbenden Kompetenzen
- Zahnradgetriebe mit Fokus auf Stirnräder und Stirnradgetriebe. Hierbei Verständnis des Verzahnungsgesetzes und der Geometrie der Evolventenverzahnung für Gerad- und Schrägverzahnung
- nicht-schaltbare und schaltbare Kupplungen, Klassifizieren von Kupplungen nach deren Funktions- und Wirkprinzipien, Auswahl von Kupplungen unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen

Anwenden

Die Studierenden vertiefen Teile des unter Punkt 1.2 beschriebenen Verständnisses durch die Anwendung von spezifischen Berechnungsmethoden. Dies umfasst insbesondere folgende Themenbereiche:
- Berechnung von Maßtoleranzen
- Berechnung von Schweißverbindungen und der Tragfähigkeit von Schweißverbindungen nach dem Verfahren von NIEMANN
- Berechnung formschlüssiger Welle-Nabe-Verbindungen, insbesondere Passfederverbindungen auf Basis von DIN 6892 und Keilwellenverbindungen sowie deren Gültigkeitsgrenzen
- Berechnung einfacher Bolzen- und Stiftverbindungen sowie deren Gültigkeitsgrenzen
- Berechnung von zylindrischen Quer- und Längspressverbänden in Anlehnung an DIN 7190 (elastische Auslegung) sowie von Kegelpressverbänden
- Überprüfung längs- und querbelasteter, vorgespannter Schraubenverbindungen in Anlehnung an VDI 2230 im Hinblick auf Anziehdrehmoment, Bruch, Fließen und Dauerbruch der Schraube unter Einfluss von Setzvorgängen und Schwankungen beim Anziehen
- Berechnung der Tragfähigkeit von Wälzlagern für statische und dynamische Betriebszustände auf Basis von DIN ISO 76 und DIN ISO 281 (nominelle und erweiterte modifizierte Lebensdauer
- Berechnung von Übersetzungen, Wirkungsgraden und Drehmomentverhältnissen in Getrieben
- Berechnung von Verzahnungsgeometrien auf Basis von DIN 3960
- Berechnung von am Zahnrad wirkenden Kräften und Ermittlung der Zahnfuß- und der Grübchentragfähigkeit in Anlehnung an DIN 3990 sowie deren Gültigkeitsgrenzen

Analysieren

Die Studierenden erlernen mithilfe dem Verständnis aus 1.2 und den Berechnungsmethoden aus 1.3 definierte Problemstellungen im Kontext der Maschinenelemente sowie deren Zusammenwirken zu lösen. Hierzu gehört:
- Analyse der auf ein Bauteil wirkenden Belastungen. Hierbei erschließen von Querverbindungen zu den in der Lehrveranstaltung Statik erworbenen Kompetenzen
- Analyse der aus den Belastungen resultierenden Beanspruchungen mit Fokus auf die Beanspruchung stabförmiger Bauteile, Kontaktbeanspruchung sowie Instabilität stabförmiger Bauteile (Knicken). Hierbei erschließen von Querverbindungen zu den in der Lehrveranstaltung Elastostatik erworbenen Kompetenzen
- Analyse und Beurteilung von Lastannahmen sowie des zeitlichen Verlaufs von Beanspruchungen (statisch, dynamisch)
- Ermittlung von Kerbspannungen auf Basis von Kerbform-, Kerbwirkungszahlen und plastischen Stützzahlen unter Berücksichtigung von Oberflächeneinflüssen
- Auswahl von Vergleichsspannungshypothesen und Ermittlung von Vergleichsspannungen
- Auswahl von Maßtoleranzen
- Auswahl von Wälzlagern und Grobgestaltung von Wälzlagerstellen. Hierbei erschließen von Querverbindungen zu den in der Lehrveranstaltung Wälzlagertechnik zu erwerbenden Kompetenzen
- Auswahl gängiger Maschinenelemente unter Funktionsgesichtspunkten sowie Auslegen ausgewählter Maschinenelemente

Evaluieren (Beurteilen)

Die Studierenden erlernen über die Analyse hinaus die Möglichkeiten zur Einschätzung ihrer Berechnungen. Besonderer Schwerpunkt liegt hierbei auf der Überprüfung der Festigkeit von Maschinenbauteilen im Zuge von Dimensionierungsaufgaben und Tragfähigkeitsnachweisen in Anlehnung an die einschlägige FKM-Richtlinie sowie Beurteilung der durchgeführten Berechnungen unter besonderer Berücksichtigung von Unsicherheiten, welche Ausdruck in der Wahl von Mindestsicherheiten finden. Die Studierenden erlernen somit Möglichkeiten zur Beurteilung von:

- Auswahl und Auslegung von Maschinenelementen unter Funktionsgesichtspunkten
- Auswahl und Auslegung von Maschinenelementen unter Tragfähigkeitsgesichtspunkten

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Die Studierenden erlernen Verfahren und Methoden zur Einschätzung und Bewertung von Maschinenelementen, einschließlich der Befähigung, Berechnungsansätze und Gestaltungsgrundsätze auch auf andere Maschinenelemente, die nicht explizit im Rahmen der Lehrveranstaltung behandelt wurden, zu übertragen.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Grundlagen der Produktentwicklung)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Grundlagen der Produktentwicklung (Prüfungsnummer: 47111)
(englische Bezeichnung: Foundations of Product Development)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022, 2. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Sandro Wartzack

Modulbezeichnung:	**Technische Darstellungslehre II (TD II)** (Technical Drawing II)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Sandro Wartzack	
Lehrende:	Benjamin Gerschütz	

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

Lehrveranstaltungen:

Technische Darstellungslehre II (SS 2022, Praktikum, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Benjamin Gerschütz)

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

Technische Darstellungslehre I

Inhalt:

- Technologie des Computer Aided Design
- Einführung in die virtuelle Produktentwicklung mit CAD-Systemen
- Grundlagen des CAD: Arten von 3D-Modellierern, Systemmodule und Eigenschaften von Modellen
- Modellierungsstrategien, Vorgehensweise bei der Modellierung, Grundprinzipien, Besondere Modellierungsvereinfachungen im Zusammenhang mit genormten Darstellungen
- Rechnerübung mit Hausübung an CAD-Systemen zum Anfertigen von Bauteilen, Baugruppen und technischen Zeichnungen

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Die Studierenden erwerben Wissen über Funktion, Aufbau und Bedienung von im industriellen Umfeld eingesetzten, vollparametrischen 3D-CAD-Systemen. Die Studierenden erfahren die Bedeutung von CAD-Systemen als zentralem Synthesewerkzeug des rechnerunterstützten Produktentwicklungsprozesses im Maschinenbau und in verwandten Disziplinen.

Hierzu erlernen die Studierenden Grundwissen über die einzelnen Phasen des Produktlebenszyklus und die Möglichkeiten der Rechnerunterstützung (CAx) und über die grundlegende Geometrieverarbeitung auf Rechnersystemen: Historische Entwicklung, Stand der Technik, Grundfunktionalitäten moderner CAD-Systeme, Parametrik, Assoziative Datenspeicherung, Features und Konstruktionselemente, historienbasierte und direkte Modellierung.

Verstehen

Die Studierenden gewinnen Verständnis für den Einsatz von CAD zur Definition der Produktgestalt im Hinblick auf eine durchgängige Verwendung der erzeugten Daten als Grundlage für die weitere CAx-Werkzeuge sowie für die Ableitung normgerechter Zeichnungen und Stücklisten.

Weiterhin vertiefen die Studierenden ihr Verständnis für technische Zeichnungen gemäß DIN 199-1 indem sie die technische Zeichnung sowohl als Informationsquelle für die Modellerstellung verwenden, als auch normgerechte technische Zeichnungen ihrer erstellten 3D-CAD Modelle erstellen. Durch diese doppelte Verwendung des Kommunikationsmediums technische Zeichnung erwerben die Studierenden ein Verständnis für den Zusammenhang zwischen der technischen Zeichnung und dem 3D-CAD Modell.

Die Studierenden verstehen Zusammenhänge durch:

- Aufzeigen von Querverweisen zu den im Vorpraktikum (verpflichtend für MB und WING) erworbenen Kompetenzen
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre I erworbenen Kompetenzen

Anwenden

Die Studierenden wenden das Gelernte an, indem sie das in den obligatorischen Grundlagenübungen vermittelte Wissen in verpflichtenden Vertiefungsübungen auf bisher unbekannte Bauteile transferieren. Die Studierenden werden bei der Anwendung des Wissens durch die Korrektur der

abgegebenen 3D-Modelle und Zeichnungen überprüft. Den Studierenden werden die gemachten Fehler erklärt und die Möglichkeit gegeben diese zu korrigieren und so das Wissen zur Erstellung korrekter 3D-Modelle und Zeichnungen anzuwenden.

Analysieren

Die Studierenden vertiefen die in der Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre I erlangten Analysefähigkeiten technischer Zeichnungen und Funktionsskizzen zur anschließenden Erstellung eines korrekten CAD-Modells auf Basis der relevanten Informationen.

Evaluieren (Beurteilen)

Die Studierenden lesen selbstständig technische Zeichnungen und Funktionsskizzen und erlernen, deren Inhalt zu erfassen, zu beurteilen und zu hinterfragen. Dies beinhaltet insbesondere die Entwicklung einer korrekten Modellierungsstrategie auf Basis der erfassten Informationen. Die Studierenden bewerten im Rahmen der Baugruppenkonstruktionen selbstständig die funktionsrelevanten Kontakt- und Funktionsflächen der Einzelbauteile.

Erschaffen

Die Studierenden erstellen Einzelteile durch Modellieren von Volumenkörpern unter Berücksichtigung einer robusten Modellierungsstrategie, hierzu zählen:

- Definieren von Geometriereferenzen und zweidimensionalen Skizzen als Grundlage für Konstruktionselemente
- Erzeugen von Volumenkörpern mit Hilfe der Konstruktionselemente Profilextrusion, Rotation, Zug und Verbund
- Kombinieren von Volumenkörpern durch boolesche Operationen zu Rohbauteilen gemäß eines spannenden Fertigungsverfahrens
- Detaillieren von Rohbauteilen durch Hinzufügen von Bohrungen, Fasen und Metainformationen (z. B. Toleranzangaben)
- Nachträgliches Ändern der Geometrie mit Hilfe von Parametrik.

Die Studierenden erstellen Baugruppen durch Kombination von Einzelteilen unter Verwendung von Normteilbibliotheken, hierbei erlangen die Studierenden insbesondere Kompetenzen in den Bereichen:

- Planen einer Baugruppenhierarchie im Hinblick auf Robustheit
- Verarbeiten von Importgeometrie (Fremdformate)
- Definieren von Montagebedingungen
- Anwenden einfacher Baugruppenanalysefunktionen (z. B. Durchdringung und Masseeigenschaften).

Die Studierenden erlernen das Ableiten norm-, funktions- und fertigungsgerechter Einzelteil- und Zusammenbauzeichnungen aus den 3D-CAD-Modellen, welche den Regeln der Technischen Darstellungslehre folgen, hierbei vertiefen die Studierenden die in der Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre I erworbenen Kompetenzen. Die Studierenden erwerben die Befähigung zum Erstellen auch komplexerer Einzelteile und Baugruppen in 3D-CAD-Systemen und zum Ableiten zugehöriger technischer Zeichnungen sowie Befähigung, sich Modellierungsmöglichkeiten zu erschließen, die nicht explizit im Rahmen der Lehrveranstaltung behandelt wurden und Befähigung, die gewonnenen Erkenntnisse auf andere als im Rahmen der Lehrveranstaltung eingesetzte 3D-CAD-Systeme übertragen zu können.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Die Studierenden erlangen die zuvor genannten Fachkompetenzen insbesondere durch praktische Anwendung des 3D-CAD-Systems im Rahmen verpflichtender Übungsabgaben. Individuelle und kompetente Betreuung erhalten die Studierenden hierbei durch studentische Tutoren und Mitarbeiter des Lehrstuhls, wodurch sichergestellt wird, dass eine effiziente Vermittlung der Lehrinhalte trotz unterschiedlichem Kenntnisstandes der Studierenden erfolgt.

Selbstkompetenz

Die Studierenden vertiefen die Befähigung zur selbstständige Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen bei der Bearbeitung der verpflichtenden Aufgaben, hierbei erhalten die Studierenden Unterstützung durch Betreuer und studentische Tutoren. Die Studierenden reflektieren die eigenen

Stärken und Schwächen beim Umgang mit dem 3D-CAD-System und fordern eigenverantwortlich Hilfe bei den studentischen Tutoren und Mitarbeitern des Lehrstuhls ein und erweitern ihre Selbstkompetenz bezüglich des Umgangs mit fachlicher Kritik.

Sozialkompetenz

Die Studierenden vertiefen die Befähigung zur selbstständige Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen bei der Bearbeitung der verpflichtenden Aufgaben, hierbei erlangen sie die Befähigung zur kooperativen Zusammenarbeit mit anderen Studierenden, studentischen Tutoren und Mitarbeitern des Lehrstuhls.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Grundlagen der Produktentwicklung)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Praktikum Technische Darstellungslehre 2. Teil (Prüfungsnummer: 45902)

(englische Bezeichnung: Laboratory: Engineering Drawing Part 2)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Für den Erwerb des Scheins als Dokumentation der erbrachten Studienleistung müssen insge-samt 10 3D-CAD-Modelle erfolgreich testiert sein. Die 3D-CAD-Modelle sind individuell, eigen-ständig zu erstellen und verbindlich zu vorab definierten Terminen abzugeben. Die Übungen können im Rechnerraum unter Betreuung oder selbstständig bearbeitet werden.

Prüfungssprache: Deutsch

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

1. Prüfer: Sandro Wartzack

Modulbezeichnung:	**Technische Produktgestaltung (TPG)** (Technical Product Design)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Sandro Wartzack	
Lehrende:	Sandro Wartzack, Benjamin Schleich	

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

Lehrveranstaltungen:

Technische Produktgestaltung (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Sandro Wartzack et al.)

Inhalt:

- Einführung in die Technische Produktgestaltung
- Baustrukturen technischer Produkte
- Fertigungsgerechte Werkstückgestaltung
- toleranzgerechtes Konstruieren
- kostengerechtes Konstruieren
- beanspruchungsgerechtes Konstruieren
- werkstoffgerechtes Konstruieren
- Leichtbau
- umweltgerechtes Konstruieren
- nutzerzentrierte Produktgestaltung

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Im Rahmen von TPG erwerben die Studierenden Kenntnisse zur Berücksichtigung verschiedener Aspekte des Design-for-X bei der Entwicklung technischer Produkte. Nach der erfolgreichen Teilnahme kennen sie die jeweiligen Gestaltungsrichtlinien und zugehörige Methoden. Dies sind im Einzelnen:

- Wissen über Möglichkeiten zur Umsetzung des Leichtbaus und daraus abgeleitet über spezifische Gestaltungsrichtlinien, die im Rahmen des Leichtbaus zu berücksichtigen sind, hierzu: Beanspruchungsgerechtes Konstruieren (Kraftfluss, Prinzip der konstanten Gestaltfestigkeit, Kerbwirkung, Prinzip der abgestimmten Verformung, Prinzip des Kräfteausgleichs)
- Wissen über werkstoffgerechtes Konstruieren (Anforderungs- und Eigenschaftsprofil, wirtschaftliche Werkstoffauswahl, Auswirkung der Werkstoffwahl auf Fertigung, Lebensdauer und Gewicht)
- Wissen über die Auswirkungen eines Produktes (und insbesondere der vorhergehenden Konstruktion) auf Umwelt, Kosten und den Nutzer, hierzu: Umweltgerechtes Konstruieren (Recycling, Einflussmöglichkeiten in der Produktentwicklung, Strategien zur Berücksichtigung von Umweltaspekten, Life Cycle Assessment, Produktinstandsetzung, Design for Recycling)
- Wissen über kostengerechtes Konstruieren (Beeinflussung der Lebenslauf-, Herstell- und Selbstkosten in der Produktentwicklung, Auswirkungen der Stückzahl und der Fertigungsverfahren, Entwicklungsbegleitende Kalkulation)
- Wissen über nutzerzentrierte Produktentwicklung (Anthropometrie, Nutzerintegration in der Produktentwicklung, Mensch-Maschine-Schnittstellen, Beeinträchtigungen im Alter, Universal Design, Gestaltungsrichtlinien nach dem SENSI-Regelkatalog, etc.)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Urformens“ (Gießen, Pulvermetallurgie, Additive Fertigung)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Umformens“ (Schmieden, Walzen, Biegen, Scheiden, Tiefziehen, Stanzen, Fließpressen)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Trennens“ (Zerteilen, Drehen, Fräsen, Bohren, Schleifen, Erodieren)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Fügens“ (Schweißen, Löten, Nieten, Durchsetzfügen, Kleben, Fügen durch Urformen)

- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des „Beschichtens und Stoffeigenschaften ändern“ (Schmelztauchen, Lackieren, Thermisches Spritzen, Physical Vapour Deposition, Chemical Vapour Deposition, Galvanische Verfahren, Pulverbeschichten, Vergüten, Glühen)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien des montagegerechten Konstruierens bzgl. der Baustruktur technischer Produkte (Integral-, Differential und Verbundbauweise, Produktstrukturierung, Variantenmanagement, Modularisierung) und des Montageprozesses (Gestaltung der Fügeteile und Fügestellen, Automatisches Handhaben und Speichern, Toleranzausgleich, DFMA)
- Wissen über spezifische Inhalte des toleranzgerechten Konstruierens (insbesondere Grundlage der geometrischen Tolerierung und die Vorgehensweise zur Vergabe von Toleranzen)

Verstehen

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls „Technische Produktgestaltung“ verfügen die Studierenden über Verständnisse hinsichtlich der technischen und nicht-technischen Einflussfaktoren und deren Abhängigkeiten bei der Gestaltung technischer Produkte ausgehend von der Produktstruktur bis zur konstruktiven Bauteilgestaltung. Hierbei stehen besonders die folgenden Verständnisse im Fokus:

- Verständnis über die Spezifikation von Toleranzen, Passungen und Oberflächen in Technischen Zeichnungen unter Berücksichtigung deren Auswirkungen auf Fertigung, Montage und den Betrieb des Produktes, hierzu: Verständnis der Vorgehensweise zur Toleranzspezifikation sowie erforderlicher Grundlagen zur Tolerierung von Bauteilen (Allgemeintoleranzen, wirkliche und abgeleitete Geometrieelemente, Hüllbedingung, Unabhängigkeitsprinzip, Inklusion verschiedener Toleranzarten, Bezugssysteme und Ausrichtungskonzepte, statistische Toleranzanalyse, etc.)
- Verständnis über Fertigung und Montage sowie über die Bedeutung des Design-for-X und insbesondere des fertigungsgerechten Konstruierens im Produktentwicklungsprozess
- Verständnis über die Berücksichtigung nicht-technischer Faktoren, wie beispielsweise Umwelt-, Kosten- und Nutzeraspekten, und deren Wechselwirkungen bei der Gestaltung technischer Produkte.

Anwenden

Die Studierenden wenden im Rahmen von Übungsaufgaben Gelerntes an. Dabei werden bestehende Entwürfe und Konstruktionen durch die Studierenden entsprechend der vermittelten Gestaltungsrichtlinien optimiert und neue Konstruktionen unter Einhaltung dieser Gestaltungsrichtlinien erschaffen. Dies beinhaltet im Einzelnen:

- Erstellung der fertigungsgerechten und montagegerechten Tolerierung von Bauteilen. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Bestimmen der zugrundeliegenden Bezugssysteme und Ausrichtungskonzepte; Bestimmen des Tolerierungsgrundsatzes. Integration von, durch Normen definierte Toleranz- und Passungsvorgaben in bestehende Tolerierungen; Zusammenfassen kombinierbarer Form- und Lagetoleranzen zu Zeichnungsvereinfachung; Festlegung der Größen der Toleranzzonen aller vergebenen Toleranzen.
- Optimierung der Tolerierung anhand der statistischen Toleranzanalyse. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Erkennen und Ableiten der analytischen Schließmaßgleichungen; Definition der zugrundeliegenden Toleranzwerten und zugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen; Berechnung der resultierenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Schließmaße; analytische Bestimmung der statistischen Beitragsleister mittels lokaler Sensitivitätsanalysen; Beurteilung der Ergebnisse und ggf. anschließende Anpassung der Tolerierung der Bauteile; Transfer der Ergebnisse auf zeitabhängige Mechanismen (kinematische Systeme).
- Änderung der Gestaltung von Bauteilen, bedingt durch die Änderung der zu fertigenden Stückzahl der Baugruppe. Dies umschließt die folgenden Tätigkeiten: Bestimmung des konstruktiven Handlungsbedarfs; Anpassung der Gestaltung der Bauteile - insbesondere hinsichtlich der fertigungsgerechten und der montagegerechten Gestaltung. Gestaltung der erforderlichen Werkzeuge zur Fertigung der Bauteile und Bewertung dieser bzgl. der resultierenden Kosten.

Analysieren

- Aufzeigen von Querverweisen zu den im Modul Produktionstechnik zu erwerbenden Kompetenzen über die Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580

- Aufzeigen von Querverweisen zu den im Modul Handhabungs- und Montagetechnik zu erwerbenden Kompetenzen über montagegerechtes Konstruieren
- Aufzeigen von Querverweisen zu den im Modul Umformtechnik zu erwerbenden Kompetenzen über Fertigungsverfahren der Hauptgruppe Umformen nach DIN 8580

Evaluieren (Beurteilen)

Anhand der erlernten Grundlagen über unterschiedliche Aspekte des Design-for-X, deren Berücksichtigung bei der Gestaltung technischer Produkte durch Gestaltungsrichtlinien, Methoden, und Vorgehensweisen sowie den dargelegten Möglichkeiten zur Rechnerunterstützung können die Studierenden kontextbezogene Richtlinien für die Gestaltung technischer Produkte in unbekannten Konstruktionsaufgaben auswählen und deren Anwendbarkeit einschätzen. Zudem sind sie in der Lage konträre Gestaltungsrichtlinien aufgabenspezifisch abzuwägen.

Erschaffen

Die Studierenden werden durch die erlernten Grundlagen befähigt, konkrete Verbesserungsvorschläge zu bestehenden Konstruktionen hinsichtlich unterschiedlicher Design-for-X Aspekte eigenständig zu erarbeiten. Zudem sind sie in der Lage technische Produkte so zu gestalten, dass diese verschiedenste technische und nicht-technische Anforderungen (fertigungsbezogene Anforderungen, Kostenanforderungen, Umweltanforderungen, Nutzeranforderungen, etc.) bedienen. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, Gestaltungsrichtlinien für neuartige Fertigungsverfahren aus grundlegenden Verfahrenseigenschaften abzuleiten und bei der Gestaltung technischer Produkte anzuwenden.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Befähigung zur selbständigen Gestaltung von Produkten und Prozessen gemäß erlernter Vorgehensweisen und Richtlinien sowie unter verschiedensten Design-for-X-Aspekten sowie zur objektiven Bewertung bestehender Produkte und Prozesse hinsichtlich gestellter Anforderungen des Design-for-X.

Selbstkompetenz

Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. Umsetzung der gelehrten Richtlinien des Design-for-X in der Konstruktion) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. Erarbeitung von Lösungen und Kompromissen im interdisziplinären Team).

Sozialkompetenz

Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuer und Kommilitonen wertschätzendes Feedback.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Grundlagen der Produktentwicklung)

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)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Technische Produktgestaltung (Prüfungsnummer: 71101)
(englische Bezeichnung: Technical Product Design)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Note ergibt sich zu 100% aus der Klausur.

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Sandro Wartzack

Modulbezeichnung:	**Handhabungs- und Montagetechnik (HUM)** (Technology of Handling and Assembly)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jörg Franke	
Lehrende:	Jörg Franke, u.a.	

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

Lehrveranstaltungen:

Handhabungs- und Montagetechnik (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Jörg Franke)
Übung zu Handhabungs- und Montagetechnik (SS 2022, Übung, 2 SWS, Jonathan Fuchs)

Inhalt:

Im Vertiefungsfach Handhabungs- und Montagetechnik wird die gesamte Verfahrenskette von der Montageplanung bis zur Inbetriebnahme der Montageanlagen für mechanische sowie elektrotechnische Produkte aufgezeigt. Einleitend erfolgt die Darstellung von Planungsverfahren sowie rechnergestützte Hilfsmittel in der Montageplanung. Daran schließt sich die Besprechung von Einrichtungen zur Werkstück- und Betriebsmittelhandhabung in flexiblen Fertigungssytemen und für den zellenübergreifenden Materialfluß an. Desweiteren werden Systeme in der mechanischen Montage von Klein- und Großgeräten, der elektromechanischen Montage und die gesamte Verfahrenskette in der elektrotechnischen Montage diskutiert (Anforderung, Modellierung, Simulation, Montagestrukturen, Wirtschaftlichkeit etc.). Abrundend werden Möglichkeiten zur rechnergestützten Diagnose/Qualitätssicherung und Fragestellungen zu Personalmanagement in der Montage und zum Produktrecycling/-demontage behandelt.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden sind in der Lage:

- die Montagefreundlichkeit von Produkten zu beurteilen und zu verbessern,
- Montage- und Handhabungsprozesse zu beurteilen, auszuwählen und zu optimieren,
- die dazu erforderlichen Geräte, Vorrichtungen und Werkzeuge zu bewerten, und
- Montageprozesse sowie -systeme zu konzipieren, zu planen und weiterzuentwickeln.

Dieses Wissen ist vor allem in den Bereichen Produktentwicklung, Konstruktion, Produktionsmanagement, Fertigungsplanung, Einkauf, Vertrieb und Management sowie in allen industriellen Branchen (z. B. Automobilbau, Elektrotechnik, Medizintechnik, Maschinen- und Anlagenbau) erforderlich.

Literatur:

- Feldmann, Klaus; Schöppner, Volker; Spur, Günter (Hg.) (2014): Handbuch Fügen, Handhaben, Montieren. 2., vollständig neu bearbeitete Auflage. München: Hanser.
- Lotter, Bruno; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Montage in der industriellen Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Rainer Müller, Jörg Franke, Dominik Henrich, Bernd Kuhlenkötter, Annika Raatz, Alexander Verl (Hg.) (2019): Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration: Hanser Fachbuchverlag.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "International Production Engineering and Management (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Maschinenbau (Master of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Handhabungs- und Montagetechnik (Prüfungsnummer: 71211)
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Jörg Franke

Organisatorisches:

Für die Prüfung sind ausschließlich folgende Hilfsmittel zugelassen:

- nicht programmierbarer Taschenrechner
- dokumentenechter Stift
- Textmarker
- Lineal, Geodreieck, Zirkel
- Namensstempel

Darüber hinaus sind keine weiteren Hilfsmittel erlaubt (dies gilt insbesondere für Uhren, Mobiltelefone oder sonstige elektronische Geräte).
weitere Informationen bei:
M.Sc. Markus Lieret

Modulbezeichnung:	**Produktionstechnik I + II (PT I+II)** (Production Engineering I + II)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Marion Merklein	
Lehrende:	Michael Schmidt, Jörg Franke, Marion Merklein, Nico Hanenkamp, Dietmar Drummer	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Produktionstechnik I (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Marion Merklein et al.)
Produktionstechnik II (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Nico Hanenkamp et al.)

Inhalt:

Produktionstechnik I:

Basierend auf der DIN 8580 werden die aktuellen Technologien sowie die dabei eingesetzten Maschinen in den Bereichen Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten und das Ändern der Stoffeigenschaften behandelt. Hierbei werden sowohl die Prozessketten als auch die spezifischen Eigenschaften der Produktionstechniken aufgezeigt und anhand von praxisrelevanten Bauteilen erläutert. Zum besseren Verständnis der Verfahren werden zunächst metallkundliche Grundlagen, wie der mikrostrukturelle Aufbau von metallischen Werkstoffen und ihr plastisches Verhalten, erläutert. Anschließend werden die Urformverfahren Gießen und Pulvermetallurgie dargestellt. Im weiteren Verlauf erfolgt eine Gegenüberstellung der Verfahren der Massivumformung Stauchen, Schmieden, Fließpressen und Walzen. Im Rahmen des Kapitels Blechumformung wird die Herstellung von Bauteilen durch Tiefziehen, Streckziehen und Biegen betrachtet. Der Fokus in der Vorstellung der Verfahrensgruppe Trennen liegt auf den Prozessen des Zerteilens und Spanens. Der Bereich Fügen behandelt die Herstellung von Verbindungen mittels Umformen, Schweißen und Löten. Abschließend werden verschiedene strahlbasierte Fertigungsverfahren aus den sechs Bereichen vorgestellt. Im Fokus stehen hierbei laserbasierte Fertigungsverfahren, wie zum Beispiel Schweißen, Schneiden oder Additiven Fertigung. Eine zusätzlich angebotene Übung dient der Vertiefung und der Anwendung des Vorlesungsinhaltes.

Produktionstechnik II:

Es wird die Verarbeitung von Kunststoffen (Spritzgießen, Erzeugung von duroplastischen / thermoplastischen Faserverbunden) und Metallen mit dem Fokus auf strahlbasierten Verfahren (Schneiden, Schweißen und Additive Fertigung mittels Wasser-, Elektronen- und Laserstrahl)behandelt. Des Weiteren werden die Grundlagen zu Werkzeugmaschinen und dem Werkzeugmaschinenbau (Maschinenkomponenten, Funktionalitäten, Anwendungs- / Einsatzmöglichkeiten) sowie zu Montagetechnologien und Verbindungstechniken (Auslegung von Verbindungen, prozesstechnische Umsetzung und Realisierung) vermittelt. Einen weiteren Schwerpunkt stellen der Elektromaschinenbau und die Elektronikproduktion (Funktionsweise und Herstellung von elektronischen Antriebseinheiten, Auslegung und Herstellung von elektronischen Komponenten) dar.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

- Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse in der Metallkunde und der Verarbeitung von Metallen.
- Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Produktionsverfahren Urformen, Umformen, Fügen, Trennen, ihre Untergruppen
- Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Prozessverständnis hinsichtlich der wirkenden Mechanismen.
- Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozessführung sowie spezifische Eigenschaften der Produktionsverfahren.
- Die Studierenden erwerben grundlegendes Verständnis zu den Eigenschaften von Kuststoffen und deren Verarbeitung
- Die Studierenden erwerben Kenntnisse über werkstoffwissenschaftliche Aspekte und Werkstoffeigenschaften sowie Werkstoffverhalten vor und nach den jeweiligen Bearbeitungsprozessen

- Die Studierenden erwerben fundamentale Kenntnisse zu Multi-Materialien-Verbunden.
- Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse zur Funktionsweise von elektrischen Antriebseinheiten und deren Herstellung sowie die Herstellung von elektrischen Komponenten (MID)
- Die Studierenden erhalten grundlegende Kenntnisse im Bereich der Produktentwicklung und Produktauslegung (Verfahrensmöglichkeiten, Verfahrensgrenzen, Designeinschränkungen, etc.)

Verstehen

- Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Prinzipien von Fertigungsprozessen und der Systemauslegung zu verstehen
- Die Studierenden verstehen die Grundlagen des Anlagen- und Werkzeugbaus

Anwenden

- Die Studierenden können geeignete Fertigungsverfahren zur Herstellung technischer Produkte bestimmen (Schwerpunkte: Urformen, Umformen, Fügen, Trennen).

Analysieren

- Die Studierenden können die verschiedenen Fertigungsverfahren erkennen und normgerecht differenzieren

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Maschinenbau | Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Maschinenbau (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Vorlesung Produktionstechnik I und II (Prüfungsnummer: 45701)
(englische Bezeichnung: Lecture: Production Engineering I and II)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Franke/Merkl./M.Schm./Drummer/Hane. (ps0554)

Modulbezeichnung:	**Computer Architectures for Medical Applications (CAMA)** (Computer Architectures for Medical Applications)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Dietmar Fey	
Lehrende:	Gerhard Wellein, N.N.	

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
- Leistungsmdellierung von Multicore- und Parallerechnern
- Umsetzung eines CT-algorithmus auf GPUs und Multi-Core-Rechnener

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 Prozesorarchitekturen 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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Bildverarbeitung)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)", "Medizintechnik (Master 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%

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Dietmar Fey

Modulbezeichnung:	**Einführung in die Bioinformatik für die Translationale Medizin (BioInfEinf)** (Translational Bioinformatics)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Meik Kunz	
Lehrende:	Meik Kunz	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 105 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Einführung in die Bioinformatik für die Translationale Medizin (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Meik Kunz)

Übung - Einführung in die Bioinformatik für die Translationale Medizin (SS 2022, Übung, 2 SWS, Meik Kunz)

Inhalt:

Das Zeitalter des Big Data produziert immer größere Datenmengen in der Medizin, die es gilt, wissenschaftlich auszuwerten. Die Bioinformatik stellt Werkzeuge und Analysetools bereit, die erlauben, Muster und Zusammenhänge in Daten zu erkennen, welche zu einem besseren Verständnis von Krankheitsmechanismen und neuen diagnostischen und therapeutischen Ansätzen beitragen. In der Vorlesung lernen die Studierenden Grundlagen, Methoden und Konzepte der Bioinformatik für die medizinische Forschung kennen.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- haben einen grundlegenden Überblick über Werkzeuge, Forschungsplattformen und Fragestellungen der Bioinformatik in Bezug auf die medizinische Anwendung
- kennen grundlegende Konzepte, Algorithmen und statistische Grundlagen der Bioinformatik für die medizinische Forschung
- kennen grundlegende Konzepte der Informationssysteme und Datamining für die Bioinformatik
- kennen Methoden der Hochdurchsatz-Sequenzierung und Molekulardiagnostik
- kennen Standardmethoden für DNA-, RNA- und Protein-Omicsanalysen
- kennen Standardmethoden für das Drug-Targeting und die molekulare Modellierung
- kennen grundlegende Methoden für die klinische Entscheidungsunterstützung (personalisierte Medizin)
- können selbstständig bioinformatische Analysen für medizinische Fragestellungen durchführen

Fachkompetenz

Wissen

- kennen Konzepte, Datenbanken und Algorithmen der Bioinformatik

Verstehen

- Methoden der Analyse von Hochdurchsatzdaten
- Methoden der Sequenzanalyse
- Methoden der RNA- und Proteinstrukturanalyse
- Methoden der statistischen Analyse in der Bioinformatik
- Methoden des Maschinellen Lernens für die klinische Entscheidungsunterstützung
- Methoden für das Drug-Targeting und die molekulare Modellierung
- Methoden für die Modellierung von Signalwegen und biologischer Systeme

Anwenden

- wenden Techniken und Algorithmen der Bioinformatik auf biologische und medizinische Fragestellungen an

Erschaffen

- entwickeln Analysewege und -skripte für bioinformatische Analysen

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Bildverarbeitung)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Einführung in die Bioinformatik für die Translationale Medizin (Prüfungsnummer: 741318)
(englische Bezeichnung: Translational bioinformatics)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Meik Kunz

Organisatorisches:

Bitte melden Sie sich mit Angabe Ihrer Matrikelnummer, Ihres Studienfachs, Ihrer StudOn-Kennung und Ihres Abschlusses (Bachelor/Master) bis zum 12. April 2020 per E-Mail an mailto:martin.ross@fau.de an.

Modulbezeichnung:	**Einführung in die Medizinische Informatik für Informatik-Nebenfachstudierende (MedInfEinf)** (Introduction to Medical Informatics)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Wolfgang Rödle	
Lehrende:	Meik Kunz, Wolfgang Uter, Wolfgang Rödle, Werner Adler, Oliver Amft	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Einführung in die Medizinische Informatik für Informatik-Nebenfachstudierende (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Wolfgang Rödle et al.)

Inhalt:

Die Vorlesung soll an medizinischer Informatik interessierten Studierenden einen groben thematischen Überblick über die verschiedenen Schwerpunkte der Medizinischen Informatik geben. Vorgestellt werden Themen aus den Bereichen Informationssysteme im Gesundheitswesen, Medizinische Biometrie und Epidemiologie, Medizinische Biosignalverarbeitung, mHealth und Medizinische Bildverarbeitung.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden erwerben einen Überblick über

- grundlegende Informationssysteme, die innerhalb des Krankenhauses und auch über die Sektorgrenzen hinweg im Gesundheitswesen zum Einsatz kommen und erhalten ein Verständnis dafür in welcher Form mittels Kommunikationsschnittstellen die Interoperabilität zwischen den Systemen erreicht werden kann,
- grundlegende Konzepte der medizinischen Dokumentation und medizinische Klassifikationssysteme,
- grundlegende Konzepte der medizinischen Wissensverarbeitung,
- grundlegende Konzepte der beschreibenden Statistik
- einfache statistische Tests und deren Einsatz in klinischen Studien
- epidemiologische Konzepte der medizinischen Forschung
- verschiedene Bild gebende Modalitäten in der Medizin
- grundlegende Konzepte der medizinischen Bildverarbeitung
- verschiedene Biosignal erzeugende diagnostische Medizingeräte
- grundlegende Konzepte der medizinischen Biosignalverarbeitung

Ziel dieser Vorlesung ist es, den Studierenden einen ersten Überblick über die verschiedenen methodischen Schwerpunkte der Medizinischen Informatik zu verschaffen, damit diese die Kompetenz erwerben, das Fach nachfolgend anhand ihrer eigenen Interessensgebiete zu vertiefen. Neben den Vorlesungen sind eine Reihe von Übungsaufgaben zu bearbeiten. Diese beinhalten einerseits das selbständige Recherchieren und Erschließen verschiedener Themen/Probleme/Aufgabenstellungen der Medizinischen Informatik, andererseits ermöglichen sie das Vertiefen der in der Vorlesung vermittelten Lehrinhalte.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Bildverarbeitung)

[2] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Physiologie)

[3] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen)

[4] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Biometrie)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Einführung in die Medizinische Informatik für Informatik-Nebenfachstudierende (Prüfungsnummer: 33001)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
4 schriftliche Teilprüfungen im Semesterverlauf Anteil an der Berechnung der Modulnote: 50.0 % mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20, benotet, Anteil an der Berechnung der Modulnote: 50.0 %
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Wolfgang Rödle

Organisatorisches:

Studierende melden sich bitte mit Angabe Ihrer Matrikelnummer, Ihrer StudOn-Kennung und Ihres Abschlusses (Bachelor/Master) per Mail mailto:martin.ross@fau.de an.

Modulbezeichnung:	**Medical Physics in Nuclear Medicine (MPNM)** (Medical Physics in Nuclear Medicine)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Philipp Ritt	
Lehrende:	Philipp Ritt, und Mitarbeiter/innen	

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

Lehrveranstaltungen:

Medical Physics in Nuclear Medicine (WS 2021/2022, 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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Bildverarbeitung)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Master of Science)", "Medizintechnik (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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Philipp Ritt

Modulbezeichnung:	**IT- Service-, Sicherheits- und Risikomanagement im Krankenhaus (ITSMKH)** (IT-Servicemanagement, Information Security Management and Risk Management (ITSMKH))	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Hans-Ulrich Prokosch	
Lehrende:	Hans-Ulrich Prokosch, Wolfgang Rödle	

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

Lehrveranstaltungen:

IT- Service-, Sicherheits- und Risikomanagement im Krankenhaus (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Hans-Ulrich Prokosch et al.)

Inhalt:

In dieser Vorlesung wird ein Überblick über Methoden des IT-Servicemanagements (angelehnt an ITIL und die Norm ist ISO/IEC 20000) vorgestellt. Aufgrund seines engen Zusammenwirkens mit dem IT-Risikomanagementprozess (unter besonderer Berücksichtigung der Norm EIC 80001-1 bei der Einbindung von Medizinprodukten in medizinische Netzwerke) und den zugehörigen Prozessen des IT-Sicherheitsmanagements (ISO 27001) werden auch diese beiden Themen in der Vorlesung vorgestellt. Die Studenten lernen den Unterschied zwischen der eher technisch basierten Sicht auf Soft- und Hardwareartefakte und der an Geschäftsprozessen eines Krankenhauses orientierten Bereitstellung von IT-Services kennen.

Alle Konzepte und Vorgehensweisen werden anhand praktischer Beispiele aus dem Krankenhausumfeld illustriert.

Die Veranstaltung besteht aus einem Vorlesungsteil (1x 90 Minuten) (2 SWS) und einem Teil für eigene praktische inhaltliche Stofferarbeitung, in denen ausgewählte Themen u.a. durch Informationsrecherche im Internet vertieft werden (Online-Übung). (2 SWS)

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Verstehen

- beschreiben die in der ITIL-Prozesslandkarte verankerten Prozesse und die damit verbundenen Kernkonzepte
- beschreiben die verschiedenen Aufgabenstellungen im Kontext der IT-Bereitstellung und des IT-Betriebs eines Krankenhauses
- erklären die Bedeutung eiens servicebasierten IT-Planungs- und Betriebskonzepts
- beschreiben Grundkonzepte des BSI Grundschutzes

Analysieren

- klassifizieren die ITIL Phasen (IT-Service Strategie, IT Service Design, IT Service Transition, IT Service Operation, Continual Service Improvement)
- assoziieren die definierten ITIL-Prozesse

Evaluieren (Beurteilen)

- stufen Risiken denen IT-Landschaften in Krankenhäusern ausgesetzt sind mit methodischem Vorgehen ein

Erschaffen

- erschaffen Lösungen für Projekte zur Einführung eines IT-Servicemanagementsystems in Krankenhäusern
- übernehmen dabei in Eigeninitiative Teilaufgaben
- etablieren einen strukturierten IT-Risikomanagementprozess, inklusive dem Zusammenspiel zwischen IT-Risikomanagement und IT-Sicherheitsmanagement
- gestalten aktive Beiträge zum Aufbau eines IT-Sicherheitsmanagementsystems in einem Krankenhaus

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

IT- Service-, Sicherheits- und Risikomanagement im Krankenhaus (Prüfungsnummer: 29801)
Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Hans-Ulrich Prokosch

Organisatorisches:

Studierende melden sich bitte mit Angabe ihrer Matrikelnummer, ihrer StudOn-Kennung und ihres Abschlusses (Bachelor/Master) per Mail mailto:martin.ross@fau.de an.

Modulbezeichnung:	**Informationssysteme im Gesundheitswesen (MEDINFSYS)** (Information Systems in Healthcare)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Hans-Ulrich Prokosch	
Lehrende:	Hans-Ulrich Prokosch	

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

Lehrveranstaltungen:

Informationssysteme im Gesundheitswesen [Informatik/Medizintechnik] (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Hans-Ulrich Prokosch et al.)

Inhalt:

In diesem Modul wird ein Überblick über die Architektur und Einsatzgebiete von Informationssystemen im Gesundheitswesen gegeben. Es wird hierbei sowohl auf Informationssysteme im Krankenhaus als auch auf Systeme im niedergelassenen Bereich eingegangen. Aufgabengebiete und Funktionalitäten beispielhafter medizinischer Informationssysteme werden vorgestellt. Gleichzeitig wird auch auf die EDV-gestützte Vernetzung der verschiedenen Institutionen im Gesundheitswesen (Gesundheitstelematik, Telemedizin) sowie die Entstehung elektronischer Patientenakten eingegangen.

Das Modul besteht aus einem Vorlesungsteil (2x 90 Minuten) und einem Teil für eigene praktische Übungen, in denen die jeweiligen Themen u.a. durch Informationsrecherche im Internet vertieft werden.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

Fachkompetenz

Verstehen

- erläutern unterschiedliche Prozesse des Gesundheitswesens die durch IT-Systeme unterstützt werden.
- unterscheiden zwischen der Vielzahl verschiedener IT-Systeme im Gesundheitswesen (z.B. klinische Arbeitsplatzsysteme, Elektronische Krankenakte, Abteilungssysteme in diagnostischen und therapeutischen Funktionsbereichen, Arztpraxissysteme, Apothekeninformationssysteme, Anwendungen zur Forschungs-IT) und deren Funktionalität
- verstehen die Heterogenität der IT-Landschaften im Gesundheitswesen und die Herausforderungen in Bezug auf die Interoperabilität zwischen den Systemen

Anwenden

- identifizieren Kommunikationsprozesse im Krankenhaus
- erfassen der passenden Kommunikations- und Nachrichtenstandards des Gesundheitswesens zur Etablierung von Schnittstellen
- analysieren IT-Landschaften in Einrichtungen des Gesundheitswesens
- konzipieren eine in sich konsistente Gesamt-IT-Architektur

Analysieren

- erschließen sich Prozessabläufe im Gesundheitswesen und können daraus notwendige IT-Systeme und deren Schnittstellen ableiten

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "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:

Informationssysteme im Gesundheitswesen (Prüfungsnummer: 29101)
(englische Bezeichnung: Health Care Information Systems)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Hans-Ulrich Prokosch

Organisatorisches:

Studierende melden sich bitte mit Angabe ihrer Matrikelnummer, ihrer StudOn-Kennung und ihres Abschlusses (Bachelor/Master) per Mail mailto:martin.ross@fau.de an.

Modulbezeichnung:	**Klinische Datenwissenschaften (ClinicalDataScience)** (Clinical Data Science)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Dennis Toddenroth	
Lehrende:	Dennis Toddenroth	

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

Lehrveranstaltungen:

Klinische Datenwissenschaften (SS 2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Dennis Toddenroth)

Empfohlene Voraussetzungen:

MSc-Studium in Informatik, Einführung in die Medizinische Informatik.

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

Einführung in die Medizinische Informatik für Informatik-Nebenfachstudierende

Inhalt:

Der zunehmende Umfang elektronisch vorliegender klinischer Daten erweitert die Möglichkeiten, diese auch zur automatisierten Analyse bisher unentdeckter medizinischer Zusammenhänge und zur Erzeugung neuen medizinischen Wissens zu verwenden. Derartige Datenauswertungen hängen oft nicht von einzelnen Fragestellungen oder Hypothesen ab, insofern unterscheiden sich die angewendeten Methoden auch von entsprechend etablierten statistischen Verfahren. Die wissenschaftliche Nutzung von Patientendaten aus dem Behandlungsalltag bringt allerdings auch neue Herausforderungen mit sich, wie beispielsweise eine gezielte Berücksichtigung unterschiedlicher Datenstrukturen und vielfältiger klinischer Formulare.

Diese Veranstaltung thematisiert die Anwendung automatisierter Auswertungsmethoden auf Patientendaten. Nach einem vergleichenden Überblick über das übliche Vorgehen zur Generierung medizinischen Wissens (biometrische Grundlagen u. Studientypen) werden Grundprinzipien und Gemeinsamkeiten unterschiedlicher Verfahren zur automatisierten Datenanalyse behandelt; anschließend werden einzelne Methoden und Anwendungsbeispiele vertieft, und Ansätze zur statistischen Bewertung erläutert. Innerhalb der Veranstaltung wird eine praktische Einführung in die Programmiersprache R vermittelt (http://www.r-project.org/). Die Teilnehmer sollen sich dabei in praktischen Übungen auch selbständig in einzelne Analyseverfahren einarbeiten, um diese dann auf klinische Beispieldatensätze praktisch anzuwenden und die so erzeugten Beobachtungen kritisch zu interpretieren.

Lernziele und Kompetenzen:

Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:

- erläutern Grundprinzipien und Einteilung von Machine-Learning-Verfahren.
- verstehen Einteilung und Merkmale diverser relevanter klinischer Daten.
- verstehen Charakteristika der Programmiersprache R und wenden diese an.
- implementieren R-Skripte zur Anwendung von Machine-Learning-Verfahren auf Patientendaten.
- überprüfen Resultate automatisierter Analysen vielfältiger klinischer Daten.

Literatur:

- Han, Kamber, Pei: Data Mining - Concepts and Techniques (3rd ed.)
- An Introduction to R (http://cran.r-project.org/doc/manuals/R-intro.pdf)
- Kourou et al.: Machine learning applications in cancer prognosis and prediction (2015)
- Bellazzi and Zupan: Predictive data mining in clinical medicine: current issues and guidelines (2008)

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Klinische Datenwissenschaften (Prüfungsnummer: 29911)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

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

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

1. Prüfer: Dennis Toddenroth

Organisatorisches:

Übungstermine (90 Minuten pro Woche) werden in der ersten Vorlesung besprochen und vereinbart.

Modulbezeichnung:	**Maschinelles Lernen in der klinischen Bioinformatik (MLKBioInf)** (Machine Learning in Clinical Bioinformatics)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Meik Kunz	
Lehrende:	Meik Kunz	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 105 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Maschinelles Lernen in der klinischen Bioinformatik (Vorlesung mit Übung) (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Meik Kunz)

Inhalt:

Methoden des Maschinellen Lernens gewinnen zunehmend an Bedeutung in der Bioinformatik. Insbesondere kann auf diese Weise die immer wachsende Datenflut systematisch ausgewertet und Muster erkannt werden, welche zu innovativen diagnostischen und therapeutischen Verfahren in der Medizin beitragen können. In der Vorlesung lernen die Studierenden fortgeschrittene Methoden und Konzepte des Maschinellen Lernens der Bioinformatik für die klinische Forschung kennen.

Lernziele und Kompetenzen:

Studenten...

Fachkompetenz

Wissen

- kennen vertiefende Konzepte, Techniken und Algorithmen des Maschinellen Lernens in der Bioinformatik

Verstehen

- Methoden der Analyse von Hochdurchsatzdaten
- Methoden der Sequenzanalyse und Genvorhersage
- Methoden der Identifizierung und Analyse regulatorischer Elemente
- Methoden der RNA- und Proteinstrukturanalyse und -klassifikation
- Methoden der statistischen Analyse in der Bioinformatik
- Methoden der Bewertung von Klassifikationsmodellen
- Methoden des Clustering und Regression für die klinische Entscheidungsunterstützung
- Methoden der Dimensionsreduktion von Daten
- Methoden der funktionellen Enrichmentanalyse von biologischen Molekülen
- Methoden der Target-Interaktions-Vorhersage

Anwenden

- wenden fortgeschrittene Techniken und Algorithmen des Maschinellen Lernens auf medizinische Fragestellungen an

Erschaffen

- entwickeln Analysewege und -skripte des Maschinellen Lernens für die Bioinformatik

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Maschinelles Lernen in der klinischen Bioinformatik (Prüfungsnummer: 27701)
Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Meik Kunz

Organisatorisches:

Die Veranstaltung besteht aus einem Vorlesungsteil (90 Minuten pro Woche) und einem Teil für eigene praktische Übungen (90 Minuten pro Woche), in denen die jeweiligen Themen durch Anwendungsbeispiele vertieft werden.
Zeit: Mittwoch 12:00 - 15:00 Uhr

Modulbezeichnung:	**Wissensverarbeitung und Wissensmanagement in der Medizin 2 (MEDINFWISS2)** (Knowledge-processing and Knowledge-management in Medicine)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Dennis Toddenroth	
Lehrende:	Wolfgang Rödle, Dennis Toddenroth	

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

Lehrveranstaltungen:

Wissensverarbeitung und Wissensmanagement in der Medizin 2 (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Dennis Toddenroth et al.)

Inhalt:

Die Patientenversorgung sowie die medizinische Forschung basieren zunehmend auf wissensintensiven Prozessen. Eine elektronische Unterstützung dieser Prozesse erfordert hierbei regelmäßig eine technische Repräsentation des angewendeten Wissens. Nach Einführung der Grundkonzepte medizinisch relevanter Ordnungssysteme thematisiert diese Veranstaltung die Modellierung medizinischen Wissens mittels Ontologien. Die Teilnehmer sollen im Unterricht vorgestellte Entwicklungsmethoden dabei praktisch anwenden, indem sie für ein beispielhaftes klinisches Wissensgebiet im Laufe des Semesters anhand geeigneter Werkzeuge eine eigene Ontologie entwickeln. Auf der Basis dieser Ontologie sollen die Studieren daraufhin eigene klinische Entscheidungsunterstützungsfunktionen entwickeln und evaluieren.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studenten

Fachkompetenz

Wissen

- nennen alternative Verfahren zur Wissensakquise in der Medizin

Verstehen

- erklären Besonderheiten des medizinische Wissens und seiner Anwendung
- erläutern die Grundprinzipien medizinischer Ordnungssysteme und Meta-Vokabulare
- erklären medizinisch relevante Ordnungssysteme und deren Repräsentationsoptionen einschließlich OWL
- erklären Besonderheiten unterschiedlicher Anwendungsszenarien klinischer Entscheidungsunterstützungsfunktionen
- erklären den Nutzen medizinischer Ordnungssysteme für zeitgemäße Forschungsinfrastrukturen

Anwenden

- wenden Verfahren zur Entwicklung eigener Ontologien aus nicht-technischen Wissensrepräsentationen an
- nutzen geeignete Werkzeuge zur technischen Implementierung eigener Ontologien
- entwickeln anhand eines regelbasierten Systems neue klinische Entscheidungsunterstützungsfunktionen

Literatur:

- C. Spreckelsen u. K. Spitzer: Wissensbasen und Expertensysteme in der Medizin
- Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Wissensverarbeitung und Wissensmanagement in der Medizin 2 (Prüfungsnummer: 29301)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
2 studentische Kurzvorträge im Semesterverlauf (nicht benotet)
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Dennis Toddenroth

Organisatorisches:

Studierende melden sich bitte mit Angabe ihrer Matrikelnummer, ihrer StudOn-Kennung und ihres Abschlusses (Bachelor/Master) per Mail mailto:martin.ross@fau.de an.

Modulbezeichnung:	**eHealth (MedInfeHealth)** (eHealth)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Wolfgang Rödle	
Lehrende:	Wolfgang Rödle	

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

Lehrveranstaltungen:

eHealth (SS 2022, Vorlesung mit Übung, Wolfgang Rödle)

Inhalt:

Im Rahmen dieses Moduls wird ein breiter Überblick zu Themen rund um das Thema "eHealth" (deutsch: Gesundheitstelematik) vorgestellt.

Im Gesundheitswesen kommen sehr viele unterschiedliche Akteure (Ärzte, Techniker, Politiker etc.), Gesetze (Datenschutz, Medizinproduktegesetz, Ethik-Kommissionen etc.) und technische Hilfsmittel (eRezept, Telematikinfrastruktur, Datenintegrationszentren etc.) zum Einsatz. Diese sind auf verschiedene Wege sehr komplex miteinander verbunden. Die Verbindungen und Zusammenhänge werden in diesem Modul den Studierenden vermittelt.

Lernziele und Kompetenzen:

Im Rahmen des Moduls soll ein Überblick der wichtigsten Themenbereich im Gesundheitswesen geschaffen werden sowie wichtige Begriffe, Konzepte und Beispiele aus dem Bereich des Gesundheitswesen mit starkem Bezug auf das E-Health-Gesetz und der Gesundheitstelematik vorgestellt und diskutiert werden. In den Online-Hausaufgaben bereiten die Studierenden sich vor und vertiefen die Themengebiete.

- Überblick der Akteure im Gesundheitswesen
- Stichworte im Gesundheitswesen (Datawarehouse, Quantified-Self, ETL-Prozesse, Machine-Learning, künstliche Intelligenz, Usability etc.)
- Benutzerfreundlichkeit und Evaluationsmethoden
- Ethik in der Medizin, Ethikkommission und Ethikanträge
- Datenschutz
- Medizinproduktegesetz
- ETL-Prozess, Datawarehouse und Datenintegrationszentren
- Digitalisierungswerkzeuge des Gesundheitswesen (eRezept, ePatientenakte, eMedikationsplan etc.)
- Datenanalyse medizinischer Dokumentation
- Anonymisierung und Pseudonymisierung von Daten

Die Studierenden ...

Fachkompetenz

Wissen

- geben die Akteure des Gesundheitswesen wieder
- stellen die Verbindungen zwischen den Akteuren des Gesundheitswesen dar
- erklären den Hintergrund der Ethik in der Medizin und kennen die Aufgaben der Ethikkommissionen in Deutschland
- erklären den Umfang des Datenschutzes im medizinischen-technischen Bereich

Verstehen

- erklären Stichworte aus dem Gesundheitswesen mit Bezug auf Gesundheitstelematik (Datawarehouse, Quantified-Self, ETL-Prozess, Machine-Learning in der Medizin, künstliche Intelligenz in der Medizin, Benutzertauglichkeit / Usabity in der Medizin etc.)
- erklären Methoden aus dem Bereich der Benutzertauglichkeit (Usability) und Evaluationsmethoden
- klassifizieren Medizinprodukte (inklusive Software)
- erklären den Aufbau eines Datawarehouses und Datenintegrationszentren im medizinischen Bereich

- erklären einen ETL-Prozess (ETL - Extract Transform Load)
- kennen und beschreiben verschiedene Digitalisierungswerkzeuge im Gesundheitsesen (eRezept, ePatientenakte, eMedikationsplan etc.)
- kennen Grundlegende Methoden zur Analyse von medizinischer/klinischer Dokumentation

Anwenden

- schreiben einen Ethikantrag
- anonymisieren und pseudonymisieren medizinische Daten
- erstellen eine Krankenakte, eKrankenakte und ePatientenakte

Literatur:

u.a.

- Simon, Michael (2017). Das Gesundheitssystem in Deutschland - Eine Einführung in Struktur und Funktionsweise. ISBN 978-3-456-85743-5.DOI http://doi.org/10.1024/85743-000
- Aktuelle Nachrichten aus "Deutsches Ärzteblatt"

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Medizinische Informatik | Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

eHealth (Prüfungsnummer: 742026)
(englische Bezeichnung: eHealth)

Prüfungsleistung, elektronische Prüfung, Dauer (in Minuten): 60
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Wolfgang Rödle

Organisatorisches:

Übungstermine (90 Minuten pro Woche) werden in der ersten Vorlesung besprochen und vereinbart.

Modulbezeichnung:	**Der Mensch im geol Umfeld [Nebenfach - Z-Edu-Geo 2 + SQ] (MGU)** (Humans in geological enviroment)	**5.0 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Matthias Göbbels, Martin Boss	
Lehrende:	Matthias Göbbels	

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

Lehrveranstaltungen:

[Z - Edu - Geo 2] + [Mathe + Informatik] + [SQ] Der Mensch im geol. Umfeld (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, Matthias Göbbels)

Archäometrie [Z-Edu-Geo 2] + [SQ] + [Werkstoffwiss] (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Matthias Göbbels et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

keine

Inhalt:

Die Inhalte des Seminars „Der Mensch im geowissenschaftlichen Umfeld“ sind fachliche Grundlagen über die Mensch-Umwelt-Beziehungen im geologischen Kontext, wie z.B.

- Grundlagen im geologischen Kontext zu Mensch-Umwelt-Beziehung
- Geothermie
- Hydrogeologie
- Rohstoffe
- Glas & Keramik

Die Inhalte der Übung sind praktische Anwendungen und Anschauungsmaterial begleitend zum Seminar.

In der Veranstaltung Archäometrie werden Materialien und Techniken vom Altertum bis zur Neuzeit im technisch-gesellschaftlichen Kontext vorgestellt und bewertet. Dabei sind z.B. Kupfer, Bronze, Eisen und Edelmetalle wichtige Themen.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden können

- Grundlagen der Mensch-Umwelt-Beziehung erläutern und anwenden
- Beispiele für technische Anwendung in der Geologie anführen und beschreiben
- Geologische Herausforderungen der Gesellschaft diskutieren und bewerten
- Materialien und Techniken im historisch-gesellschaftlichen Kontext in der Entwicklung nachvollziehen und verstehen

Literatur:

Werden von den Dozenten in den jeweiligen Veranstaltungen vorgestellt.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Geowissenschaften)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Mündliche Prüfung: Der Mensch im geowissenschaftlichen Umfeld I (Prüfungsnummer: 49101)
Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 15
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: WS 2021/2022 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Matthias Göbbels, 2. Prüfer: Martin Boss

Bericht: Der Mensch im geowissenschaftlichen Umfeld I (Prüfungsnummer: 49102)
Studienleistung, schriftlich Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: WS 2021/2022 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Matthias Göbbels, 2. Prüfer: Martin Boss

Modulbezeichnung:	**Das System Erde [Z-Edu-Geo I + Nebenfach Mathe + Informatik + Modulstudien Naturale] (DasSysErde)** (System Earth for scientists)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Anette Regelous	
Lehrende:	Anette Regelous, Laura-Therese Heinl	

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

Lehrveranstaltungen:

[Z-Edu-Geo1] + [Nebenfach] + [Modulstudien Naturale] Das System Erde (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, Anette Regelous)

Kompetenzseminar zum Klimawandel (insbesondere für Lehramtsstudierende und Nebenfachstudierende) (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, Anwesenheitspflicht, Laura-Therese Heinl et al.)

Inhalt:

Die Inhalte des Seminars sind:

- Entstehung der Elemente
- Entstehung des Sonnensystems
- Aufbau der Erde
- Grundlagen des Vulkanismus und der Plattentektonik
- Einführung in die Seismik
- Entstehung und Entwicklung der kontinentalen und ozeanischen Kruste
- Übersicht über die Entwicklung des Lebens und der Atmosphäre
- Grundlagen über die wichtigsten Minerale und Gesteine
- Einführung in die Bildung von Rohstoffen
- Entstehung der Atmosphäre
- Entwicklung des Klimas durch die Erdgeschichte

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden können

- die Entstehung der Elemente erläutern
- fachwissenschaftliche Grundlagen und die Zusammenhänge des System Erde erklären
- die Entstehung und Entwicklung der ozeanischen und kontinentalen Kruste wiedergeben
- Grundlagen der Forschungsmethodik wie z.B. Seismik erklären
- die Entwicklung des Lebens und der Atmosphäre erläutern
- Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels wiedergeben

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Geowissenschaften)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Geowissenschaften im Lehramt (Zusatzstudien)", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Modulstudien Naturale (keine Abschlussprüfung angestrebt bzw. möglich)", "Modulstudien Naturale: Naturwissenschaften und Nachhaltigkeit (keine Abschlussprüfung angestrebt bzw. möglich)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Das System Erde (Prüfungsnummer: 49801)

Prüfungsleistung, Präsentation, Dauer (in Minuten): 60
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Gruppenpräsentation
Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: WS 2021/2022 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Anette Regelous

Bemerkungen:

Der Kurs befindet sich auf StudOn unter https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_2891559

Modulbezeichnung:	**Der Mensch im geol Umfeld [Nebenfach - Z-Edu-Geo 2 + SQ] (MGU)** (Humans in geological enviroment)	**5.0 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Matthias Göbbels, Martin Boss	
Lehrende:	Matthias Göbbels	

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

Lehrveranstaltungen:

[Z - Edu - Geo 2] + [Mathe + Informatik] + [SQ] Der Mensch im geol. Umfeld (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, Matthias Göbbels)

Archäometrie [Z-Edu-Geo 2] + [SQ] + [Werkstoffwiss] (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Matthias Göbbels et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

keine

Inhalt:

Die Inhalte des Seminars „Der Mensch im geowissenschaftlichen Umfeld“ sind fachliche Grundlagen über die Mensch-Umwelt-Beziehungen im geologischen Kontext, wie z.B.

- Grundlagen im geologischen Kontext zu Mensch-Umwelt-Beziehung
- Geothermie
- Hydrogeologie
- Rohstoffe
- Glas & Keramik

Die Inhalte der Übung sind praktische Anwendungen und Anschauungsmaterial begleitend zum Seminar.

In der Veranstaltung Archäometrie werden Materialien und Techniken vom Altertum bis zur Neuzeit im technisch-gesellschaftlichen Kontext vorgestellt und bewertet. Dabei sind z.B. Kupfer, Bronze, Eisen und Edelmetalle wichtige Themen.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden können

- Grundlagen der Mensch-Umwelt-Beziehung erläutern und anwenden
- Beispiele für technische Anwendung in der Geologie anführen und beschreiben
- Geologische Herausforderungen der Gesellschaft diskutieren und bewerten
- Materialien und Techniken im historisch-gesellschaftlichen Kontext in der Entwicklung nachvollziehen und verstehen

Literatur:

Werden von den Dozenten in den jeweiligen Veranstaltungen vorgestellt.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Geowissenschaften)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Der Mensch im geowissenschaftlichen Umfeld (Prüfungsnummer: 49851)
Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: WS 2021/2022 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Matthias Göbbels, 2. Prüfer: Martin Boss

Modulbezeichnung:	**Modernes Chinesisch 1** (Modern Chinese 1)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Andrea Bréard	
Lehrende:	Jingjing Zhang, Yang Cui	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 120 Std.	Eigenstudium: 180 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

Lehrveranstaltungen:

BA-1 Grundkurs Chinesisch Ia und b (Gruppe 1) (WS 2021/2022, Übung, 8 SWS, Yang Cui)
BA-1 Grundkurs Chinesisch Ia und b (Gruppe 2) (WS 2021/2022, Übung, 8 SWS, Jingjing Zhang)

Inhalt:

Einführung in die chinesische Sprache und Schrift, wobei ein besonderer Akzent auf den aktiven Schriftzeichenerwerb gelegt wird, ohne die mündliche Kommunikation und die grundlegende Grammatik zu vernachlässigen.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden...

- ...beherrschen die Pinyin-Umschrift,
- ...sind zur einfachen Kommunikation befähigt,
- ...erwerben 300 Schriftzeichen und die in diesen 300Schriftzeichen enthaltenen Radikale,
- ...haben Sicherheit in den grundlegenden grammatischen Kenntnissen wie Ja-Nein-Fragen, W-Fragen, Possessivpronomen, Satzstellung, Attributpartikel „de“, Zahlen und Uhrzeiten, Verneinung, Modalverben etc.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Sinologie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Kulturgeographie (Bachelor of Arts (1 Fach))", "Modulstudien Studium Philosophicum (keine Abschlussprüfung angestrebt bzw. möglich)", "Sinologie (Bachelor of Arts (2 Fächer))" verwendbar.

Modulbezeichnung:	**Modernes Chinesisch 2** (Modern Chinese 2)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Andrea Bréard	
Lehrende:	Jingjing Zhang, Yang Cui	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 112 Std.	Eigenstudium: 188 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

Lehrveranstaltungen:

BA-2 Grundkurs Chinesisch II (Gruppe 1) (SS 2022, Kurs, 4 SWS, Jingjing Zhang)
BA-2 Grundkurs Chinesisch II (Gruppe 2) (SS 2022, Kurs, 4 SWS, Yang Cui)

Inhalt:

Der aktive Schriftzeichenerwerb steht weiterhin im Zentrum, wobei mit fortschreitenden Lektionen mehr Themen und damit eine erweiterte Möglichkeit zur mündlichen Kommunikation angeboten werden sowie grammatische Kenntnisse mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad zu bewältigen sind.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden...

- ...erwerben aktiv weitere 300 Schriftzeichen

(1. und 2.Semester bis zu 600 Schriftzeichen) und damit Vertrautheit mit den Strukturen der Schriftzeichen, wodurch ein schnelles Erkennen bei der Textlektüre gefördert wird,

- ...entwickeln eine grundlegende Lesefähigkeit,
- ...sind sicher im Umgang mit aufbauenden

grammatischen Kenntnissen wie Positionswörtern, Verlauf einer Handlung, Vollendung eines Geschehens, präpositionale Konstruktion etc.,

- ...besitzen die Kommunikationsfähigkeit zu

erweiterten Themen.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Sinologie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Kulturgeographie (Bachelor of Arts (1 Fach))", "Sinologie (Bachelor of Arts (2 Fächer))" verwendbar.

Modulbezeichnung:	**Modernes Chinesisch 3** (Modern Chinese 3)	**10 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Andrea Bréard	
Lehrende:	Yang Cui	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 210 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

Lehrveranstaltungen:

BA-3 Aufbaukurs Chinesisch IIIa und b (WS 2021/2022, Übung, 6 SWS, Yang Cui)

Inhalt:

Es findet gezielter Sprachunterricht für Lesen, Schreiben, Hören und Verstehen statt. Der Unterricht ist auf eine Erweiterung des Wortschatzes und der grammatischen Kenntnisse ausgelegt. Die Förderung der Lesefertigkeit steht im Vordergrund. Die grundlegenden Lesetechniken wie intensives, kursorisches und selektives Lesen werden vermittelt.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden...

- ... erweitern ihren aktiven und passiven

Wortschatz,

- ... sind sicherer im Umgang mit komplexen

grammatischen Phänomenen wie Konjunktionen, Passiv, „ba"-Konstruktion, Ergebnis-Komplimenten etc.,

- ... bauen sukzessive Fertigkeiten beim

Sprechen und Hören auf,

- ... übersetzen präzise progressionsadäquate

Texte,

- ... verstehen kursorisch komplexe Texte.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Sinologie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Master of Science)", "Kulturgeographie (Bachelor of Arts (1 Fach))", "Sinologie (Bachelor of Arts (2 Fächer))" verwendbar.

Modulbezeichnung:	**Modernes Chinesisch 4** (Modern Chinese 4)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Andrea Bréard	
Lehrende:	Yang Cui	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 42 Std.	Eigenstudium: 108 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

Lehrveranstaltungen:

BA-4 Modernes Chinesisch 4 (SS 2022, Kurs, 3 SWS, Yang Cui)

Inhalt:

Im Gegensatz zum bisherigen stark progressiv gestalteten Unterricht stehen Texte mit ausgewählten Themen im Vordergrund, um Hörverstehen, Lesen, Übersetzen, Diskutieren und Schreiben zu üben.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden...

- ...erwerben fortgeschrittene Lesefähigkeit,
- ...bündeln die vier Fertigkeiten Lesen,

Schreiben, Hören und Verstehen, die bisher vorwiegend getrennt trainiert wurden.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Sinologie)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Master of Science)", "Kulturgeographie (Bachelor of Arts (1 Fach))", "Sinologie (Bachelor of Arts (2 Fächer))" verwendbar.

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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "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)", "Medizintechnik (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%

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Anne Koelewijn

Modulbezeichnung:	**Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (INS)** (Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology)	**5 ECTS**
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 Millerhttps://www.nature.com/articles/nrn3724

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

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

1. Prüfer: Alessandro Del Vecchio

Modulbezeichnung:	**Seminar Intraoperative Imaging and Machine Learning (IIML)** (Seminar Intraoperative Imaging and Machine Learning)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Katharina Breininger	
Lehrende:	Holger Kunze, Katharina Breininger	

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

Lehrveranstaltungen:

Seminar Intraoperative Imaging and Machine Learning (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, Katharina Breininger et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Students are required to have initial experience with deep learning and machine learning, e.g., from the module "Deep Learning".
This seminar is recommended for Master's students.

Inhalt:

For many applications, techniques like deep learning allow for considerably faster algorithm development and allow to automate tasks that were performed manually in the past. In medical imaging, a large variety of time-consuming tasks that interfere with clinical workflows has the potential for automation. However, at the same time new challenges arise like data privacy regulations and ethics concerns.
In this seminar, we want to develop an application that allows for the automation of an X-ray based intraoperative planning or measurement procedure from a holistic perspective. To this end, we will invite a surgeon to explain the medical background and visit the operating room to understand the surgeons' needs while performing the task. Having understood the underlying medical problem, we will look into topics of data privacy, code of ethics, prototype development, and UI design for surgeons. Furthermore, we will touch regulatory requirements necessary for releasing software to clinics.
At the end of the seminar, the students will have developed and documented a prototypical application for the indented intraoperative use case.

Lernziele und Kompetenzen:

Students will be able to

- visit an operation room, following the rules of such an environment
- perform their own literature research on a given subject
- independently research this subject according to data privacy and ethical standard
- present and introduce the subject to their student peers
- give a scientific talk in English according to international conference standards
- describe their results in a scientific report

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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)", "Informatik (Master of Science)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Seminar Intraoperative Imaging and Machine Learning (Prüfungsnummer: 76071)
(englische Bezeichnung: Seminar Intraoperative Imaging and Machine Learning)

Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Gesamtnote setzt sich zu 50% aus der Bewertung des Vortrags und zu 50% aus der Bewertung der Ausarbeitung / Implementierung zusammen. Ziel des Seminars ist die verständliche Aufbereitung eines Themas für andere Studierende. Die Vortragsdauer beträgt 30 Minuten. Ziel ist es, diese möglichst genau einzuhalten. Die Ausarbeitung umfasst 4-8 Seiten im Stil von IEEE-Konferenzbeiträgen. Vortrag und Ausarbeitung sollten auf Englisch erfolgen. Falls die Anzahl der Teilnehmenden dies erlaubt, arbeiten die Studierenden in Gruppen von 3-4 Personen.
The overall grade consists of two parts: The evaluation of a 30 minute talk (50%) and the evaluation of a report paper / implementation (50%). The goal of the seminar is to prepare a topic for other students in an accessible way. The goal is to keep this time as closely as possible. The report paper comprises 4-8 pages in the style of IEEE conference contributions.
Talk and seminar paper should be in English. If the number of participants allows, students will work in groups of 3-4.
Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Katharina Breininger

Modulbezeichnung:	**Seminar Digital Pathology and Deep Learning (SemDP)** (Seminar Digital Pathology and Deep Learning)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Katharina Breininger	
Lehrende:	Andreas Maier, Ingmar Blümcke, Katharina Breininger, Samir Jabari	

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

Lehrveranstaltungen:

Seminar Digital Pathology and Deep Learning (SS 2022, Seminar, 2 SWS, Katharina Breininger et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Students are required to have initial experience with deep learning and machine learning, e.g., from the module "Deep Learning".
This seminar is recommended for Master's students.

Inhalt:

Pathology is the study of diseases and aims to deliver a fine-grained diagnosis to understand processes in the body as well as to enable targeted treatment. In this area, the opportunities for digital image processing are vast: While the need for precision medicine, i.e., taking into account various co-dependencies when formulating the best possible treatment for a patient, is high, the number of pathologists ist not increasing accordingly. Deep learning-based techniques can be used for different objectives in this scope. Examples include screening large microscopy images for specific rare events, providing visual augmentation with analysis data. Additionally, the availability of massive data collections, including genomics and further biological factors, can be utilized to determine specific information about diseases that were previously unavailable.
This seminar is offered to students of medicine as well as computer sciences and medical engineering and similar. Students will have to present a topic from this field in a short (30 min) and comprehensive presentation.
List of topics:

- Staining and special stains (including immunohistochemistry, enzyme-based dyes and tissue microarrays)
- Current computational pathology
- Knowledge/Feature fusion into a diagnosis
- Histopathology quality control
- Data sets as limiting factor - limits of current data sets
- Large scale / clinical grade solutions
- Computational and augmented tumor grading
- In vivo microstructural analysis
- Big data in pathology (multi-omics)
- Histology image registration
- Staining differences and stain normalization
- Transfer learning and domain adaptation
- Explainable AI
- Virtual staining
- Digital workflow in Germany vs. the world
- Limits of digital pathology

Lernziele und Kompetenzen:

Students will be able to

- perform their own literature research on a given subject
- independently research this subject

- present and introduce the subject to their student peers
- give a scientific talk in English according to international conference standards

---

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Seminar: Digital Pathology and Deep Learning (Prüfungsnummer: 76581)
(englische Bezeichnung: Seminar Digital Pathology and Deep Learning)

Prüfungsleistung, Seminarleistung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Gesamtnote setzt sich zu 50% aus der Bewertung des Vortrags und zu 50% aus der Bewertung der Ausarbeitung / Implementierung zusammen. Ziel des Seminars ist die verständliche Aufbereitung eines Themas für andere Studierende. Die Vortragsdauer beträgt 30 Minuten. Ziel ist es, diese möglichst genau einzuhalten. Die Ausarbeitung umfasst 6 Seiten im Stil von IEEE-Konferenzbeiträgen. Vortrag und Ausarbeitung sollten auf Englisch erfolgen. The overall grade consists of two parts: The evaluation of a 30 minute talk (50%) and the evaluation of a seminar paper / implementation (50%). The goal of the seminar is to prepare a topic for other students in an accessible way. The goal is to keep this time as closely as possible. The seminar paper comprises 6 pages in the style of IEEE conference contributions. Talk and seminar paper should be in English.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Katharina Breininger

Modulbezeichnung:	**The why and how of human gait simulations (HGS)** (The why and how of human gait simulations)	**2.5 ECTS**
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:

The why and how of human gait simulations (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, Anne Koelewijn)

Lernziele und Kompetenzen:

Learning objectives:

- Set up a trajectory optimization problem to solve for a gait simulation
- Be familiar with different approaches to solving gait simulations
- Be able to select an approach to solve a specific simulation problem
- Know the state-of-the-art gait simulation methods used at FAU and universities in Germany and abroad

Literatur:

- Kelly, Matthew. "An introduction to trajectory optimization: How to do your own direct collocation." SIAM Review 59.4 (2017): 849-904.
- Anderson, Frank C., and Marcus G. Pandy. "Dynamic Optimization of Human Walking." Journal of Biomechanical Engineering 123, no. 5 (May 16, 2001): 381 - 90. https://doi.org/10.1115/1.1392310.
- Van den Bogert, Antonie J., et al. "Predictive musculoskeletal simulation using optimal control: effects of added limb mass on energy cost and kinematics of walking and running." Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology 226.2 (2012): 123-133.
- Dorschky, Eva, Daniel Krüger, Nicolai Kurfess, Heiko Schlarb, Sandro Wartzack, Bjoern M. Eskofier, and Antonie J. van den Bogert. "Optimal Control Simulation Predicts Effects of Midsole Materials on Energy Cost of Running." Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering 0, no. 0 (April 16, 2019): 1 - 11. https://doi.org/10.1080/10255842.2019.1601179.
- Dzeladini, Florin, Jesse van den Kieboom, and Auke Ijspeert. "The Contribution of a Central Pattern Generator in a Reflex-Based Neuromuscular Model." Frontiers in Human Neuroscience 8 (2014). https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00371.
- Handford, M. L., and M. Srinivasan. "Energy-Optimal Human Walking With Feedback-Controlled Robotic Prostheses: A Computational Study." IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering 26, no. 9 (September 2018): 1773 - 82. https://doi.org/10.1109/TNSRE.2018.2858204.
- Hiley, Michael J., and Maurice R. Yeadon. "Investigating Optimal Technique in a Noisy Environment: Application to the Upstart on Uneven Bars." Human Movement Science 32, no. 1 (February 2013): 181 - 91. https://doi.org/10.1016/j.humov.2012.11.004.
- Koelewijn, Anne D., Eva Dorschky, and Antonie J. van den Bogert. "A Metabolic Energy Expenditure Model with a Continuous First Derivative and Its Application to Predictive Simulations of Gait." Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering 21, no. 8 (June 11, 2018): 521 - 31. https://doi.org/10.1080/10255842.2018.1490954.
- Lin, Yi-Chung, and Marcus G. Pandy. "THREE-DIMENSIONAL DATA-TRACKING DYNAMIC OPTIMIZATION SIMULATIONS OF HUMAN LOCOMOTION GENERATED BY DIRECT COLLOCATION." Journal of Biomechanics. Accessed May 30, 2017. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2017.04.038.
- Miller, Ross H. "A Comparison of Muscle Energy Models for Simulating Human Walking in Three Dimensions." Journal of Biomechanics 47, no. 6 (April 11, 2014): 1373 - 81. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2014.01.049.
- Miller, Ross H., Aryeh Y. Esterson, and Jae Kun Shim. "Joint Contact Forces When Minimizing the External Knee Adduction Moment by Gait Modification: A Computer Simulation Study." The Knee

22, no. 6 (December 1, 2015): 481 - 89. https://doi.org/10.1016/j.knee.2015.06.014.

- Mombaur, Katja, and Debora Clever. "Inverse Optimal Control as a Tool to Understand Human Movement." In Geometric and Numerical Foundations of Movements, edited by Jean-Paul Laumond, Nicolas Mansard, and Jean-Bernard Lasserre, 163 - 86. Springer Tracts in Advanced Robotics 117. Springer International Publishing, 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51547-2_8.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

The why and how of human gait simulations (Prüfungsnummer: 68391)

(englische Bezeichnung: The why and how of human gait simulations)

Prüfungsleistung, Seminarleistung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

presentation

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

1. Prüfer: Anne Koelewijn

Modulbezeichnung:	**Advanced Upper-Limb Prosthetics (Fortgeschrittene Obergliedmaßenprothetik) (ULP)** (Advanced Upper-Limb Prosthetics)	**5 ECTS**
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. Raspopović.
- [**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. Stavdahl, 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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Informatik (Master of Science)", "Medizintechnik (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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Claudio Castellini

Modulbezeichnung:	**Interpretation and Analysis of Neural and Muscle Signals (BioSignalIS)** (Interpretation and Analysis of Neural and Muscle Signals)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Alessandro Del Vecchio, Seung Hee Yang	
Lehrende:	Seung Hee Yang, Alessandro Del Vecchio	

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

Lehrveranstaltungen:

Interpretation and Analysis of Neural and Muscle Signals (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, Alessandro Del Vecchio et al.)

Inhalt:

Lecture: Fundamentals of speech signals, electrocardiogram, and electromyography.
Lecture: Principles of neural signals
Generation of an action potential; Recording electrophysiological data in humans; examples of EMG, EEG, intracortical data, and audio signals.
Lecture: Speech signals and processing
Lecture: ECG signal and processing
Lecture: EMG signal and processing
Association between EMG and voluntary force; Interpretation of multi-channel EMG signals; Neuronal encoding of behaviour; motor unit physiology in humans; motoneuron properties, longitudinal assessment of neuronal function; voice biomarkers for diagnosis and treatment of neurological disease; automatic speech recognition; speech pathology.
Lecture: MATLAB / Python practical coursework
Biosignal processing; data with high temporal resolution, identification of individual neurons, associations between neuronal discharge times and behaviour; control of prosthetic devices from neural signals. Extraction of neural information from speech and ECG signals, electrophysiological signals, and data mining and neural network model training on these signals.
Practical work: literature overview on these signals and a critical analysis on how to merge these signals for an artificial intelligent system that can detect and prevent neural and/or muscular pathologies.

Lernziele und Kompetenzen:

Students describe the acquisition, analysis, and interpretation of data from different structures (brain, heart, and articulatory muscles). As the goal of this course, students learn the current methods in time-series analysis and understand how to potentially merge the information from these different sources in an AI system.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Interpretation and Analysis of Neural and Muscle Signals (BioSignalIS) (Prüfungsnummer: 76711)
Prüfungsleistung, Seminarleistung, Dauer (in Minuten): presentation 30 min.
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Presentation and paper

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Alessandro Del Vecchio

Modulbezeichnung:	**Movement Neuroscience: Connections between the Brain and Muscles in Humans (MNeuro)** (Movement Neuroscience: Connections between the Brain and Muscles in Humans)	**5 ECTS**
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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Alessandro Del Vecchio

Modulbezeichnung:	**Physiological Driven Control and Design of Exoskeletons (NEXO)** (Physiological Driven Control and Design of Exoskeletons)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Alessandro Del Vecchio	
Lehrende:	Sebastian Reitelshöfer, Alessandro Del Vecchio	

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

Lehrveranstaltungen:

Physiological Driven Control and Design of Exoskeletons (WS 2021/2022, Seminar, 3 SWS, Alessandro Del Vecchio et al.)

Inhalt:

Lecture: Control of exoskeletons by neural signals
Extraction of signals for control for exoskeleton; user expectations and clinical reality; closed-loop control of exoskeleton;
Lecture: Principles of neural signals and translation for control
Recording electrophysiological data in humans; EMG, EEG, intracortical data and electrocorticography (ECoGs).
Lecture: Actuators and Sensors for Exoskeletons
In robotics soft systems are a new paradigm to realize compliant kinematics. An insight into those actuators and sensors helps to select a combination of soft and rigid components for exoskeletons.
Lecture: Using ROS to control mechatronic assistive devices
Using an established framework for the development of assistive devices enables the efficient prototyping of application specific solutions.
Lecture: EMG signal and processing Association between EMG and intended movements, identification of individual motoneurons; time delays between neural signals and control; integration of EMG signals into exoskeletons.
Lecture: MATLAB / Python practical coursework
Biosignals processing of neural signals; associations between neural signals and function (dynamic and static)
Practical work: literature overview on current state of the art in exoskeleton and a critical analysis on the design of a physiologically driven exoskeleton for the upper arm.

Lernziele und Kompetenzen:

Students learn about the state of the art of exoskeleton for the upper and lower limb, with a specific focus on the upper limb. As the goal of this course, students describe the current methods in associating neural signals to control assistive devices and to design an exoskeleton for the upper limb.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Physiological Driven Control and Design of Exoskeletons (NEXO) (Prüfungsnummer: 76691)
Prüfungsleistung, Seminarleistung, Dauer (in Minuten): presentation 30 min.
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Presentation and paper.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Alessandro Del Vecchio

Modulbezeichnung:	**Exergames (EXGA)** (Exergames)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	N.N	
Lehrende:	Benedikt Morschheuser, Daniel Roth	

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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

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

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

Modulbezeichnung:	**Seminar: Biosignals in Rehabilitation Robotics (BRR)** (Seminar: Biosignals in Rehabilitation Robotics)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Claudio Castellini	
Lehrende:	Fabio Andre Egle	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 10 Std.	Eigenstudium: 65 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Seminar: Biosignals in Rehabilitation Robotics (SS 2022, Seminar, 2 SWS, Fabio Andre Egle)

Empfohlene Voraussetzungen:

Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning.

Inhalt:

In the seminar, students will analyse, present and discuss issues and topics concerning the usage of biological signals in rehabilitation and assistive robotics, including the correct placement and use of the associated sensors, the techniques to condition the signals, sensor fusion, feature extraction and the usage of machine learning applied to such kind of signals. Besides reflecting on contemporary literature, the students are asked to draw own conclusions and suggest directions for future research.

Lernziele und Kompetenzen:

On successful completion of the seminar, students will be familiar with sensors and signals used in rehabilitation and assistive robotics, both theoretically and practically. They will also be able to deduce potential new research lines from recent developments.

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. Raspopović.
- [2015] A survey of sensor fusion methods in wearable robotics, D. Novak and R. Riener

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Biosignals in Rehabilitation Robotics (Prüfungsnummer: 76181)
(englische Bezeichnung: Seminar: Biosignals in Rehabilitation Robotics)

Prüfungsleistung, Seminarleistung, Dauer (in Minuten): 45
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Presentation: 50%, report: 50%.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Claudio Castellini

Modulbezeichnung:	**Kolloquium im Bereich Mustererkennung (KoME)** (Colloquium in Pattern Recognition)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Andreas Maier	
Lehrende:	Andreas Maier, Armin Nagel, Katharina Breininger, Christian Riess, Elmar Nöth	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 30 Std.	Eigenstudium: 120 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

Lehrveranstaltungen:

Studierende im Master-Studiengang Informatik mit der Vertiefungsrichtung Mustererkennung können als Seminar eines unserer Kolloquien belegen. Die regelmäßige Teilnahme an den Kolloquien während der Vorlesungszeit wird vorausgesetzt.

Kolloquium Computer Vision (SS 2022, optional, Kolloquium, 2 SWS, Vincent Christlein)
Kolloquium Hybride Bildgebung (SS 2022, optional, Kolloquium, 2 SWS, Andreas Maier et al.)
Kolloquium Image Fusion (SS 2022, optional, Kolloquium, 2 SWS, Katharina Breininger)
Kolloquium Magnetic Resonance Imaging (SS 2022, optional, Kolloquium, 2 SWS, Andreas Maier et al.)
Kolloquium Inverse Problems and Applications (SS 2022, optional, Kolloquium, 2 SWS, Fabian Wagner)
Kolloquium Image Analysis (SS 2022, optional, Kolloquium, 2 SWS, Katharina Breininger)
Kolloquium Learning Approaches for Medical Big Data Analysis (SS 2022, optional, Kolloquium, 2 SWS, Daniel Stromer et al.)
Kolloquium Human Speech (SS 2022, optional, Kolloquium, 2 SWS, Christian Bergler)
Kolloquium Animal Speech (SS 2022, optional, Kolloquium, 2 SWS, Christian Bergler)

Empfohlene Voraussetzungen:

Die Teilnahme an unseren Kolloquien eignet sich insbesondere für Studierende in der Vertiegungsrichtung Mustererkennung, die bereits eine Vorlesung oder ihre Bachelor-/Masterarbeit in dem entsprechenden Themengebiet des Kolloquiums gemacht haben und Interesse an den aktuellen Forschungsthemen des jeweiligen Spezialgebiets haben.

Inhalt:

Die Studierenden wählen ein Seminarthema aus dem Forschungsgebiet des jeweiligen Kolloquiums und werden so an die aktuelle Forschung auf diesem Gebiet herangeführt.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- erlernen die Literaturrecherche.
- arbeiten sich selbstständig anhand der gefundenen Literatur in das Spezialgebiet des jeweiligen Kolloquims ein.
- wählen einen Schwerpunkt und bereiten diesen im Rahmen einer Präsentation so auf, dass er für andere Teilnehmer des Seminars, insbesondere andere Studierende, verständlich ist.
- lernen die Anforderungen an einen wissenschaftlichen Vortrag auf einer internationalen Konferenz kennen.
- halten einen Vortrag in der international üblichen Fachsprache Englisch.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Kolloquium im Bereich Mustererkennung (Prüfungsnummer: 655844)
Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Studierenden müssen sich in ein vorgegebenes Thema einarbeiten und dazu einen 30-minütigen, benoteten Vortrag halten. Die regelmäßige Teilnahme an den Kolloquien während der Vorlesungszeit wird vorausgesetzt.

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Andreas Maier
1. Prüfer: Elmar Nöth
1. Prüfer: Peter Wilke

Organisatorisches:
keine Voraussetzung erfoderlich
Anmeldung beim Dozenten notwendig.
Bemerkungen:
Anmeldung erforderlich

Modulbezeichnung:	**Seminar: Learning and Interaction in Medical Robotics (IMR)** (Seminar: Learning and Interaction in Medical Robotics)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Claudio Castellini	
Lehrende:	Marek Sierotowicz	

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 10 Std.	Eigenstudium: 65 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Seminar: Learning and Interaction in Medical Robotics (SS 2022, Seminar, 2 SWS, Marek Sierotowicz)

Empfohlene Voraussetzungen:

Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning; fundamentals of experimental psychology.

Inhalt:

In the seminar, students will analyse, present and discuss research sub-topics in machine learning and human-robot interaction in rehabilitation and medical robotics. This includes issues in control of prostheses, exoskeletons and exo-suits for rehabilitation, clinical robots to aid walking and muscular recovery, surgical robotics, etc. Besides reflecting on contemporary literature, the students are asked to draw own conclusions and suggest directions for future research.

Lernziele und Kompetenzen:

On successful completion of this seminar, students will be familiar with recent research challenges in learning and interaction in rehabilitation and medical robotics, both theoretically and practically. They will also be able to deduce potential new research lines from recent developments.

Literatur:

- [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] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Learning and interaction in medical robotics (Prüfungsnummer: 76091)
(englische Bezeichnung: Seminar: Learning and Interaction in Medical Robotics)

Prüfungsleistung, Seminarleistung, Dauer (in Minuten): 45
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Presentation: 50%, report: 50%.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Claudio Castellini

Modulbezeichnung:	**Medizintechnik II (Bildgebende Verfahren) (MT2)** (Medical Engineering II (Imaging Methods))	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Bernhard Kainz, Florian Knoll	
Lehrende:	Florian Knoll, Bernhard Kainz	

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

Lehrveranstaltungen:

Medizintechnik II (SS 2022, Vorlesung, 4 SWS, Florian Knoll et al.)
Medizintechnik II Rechnerübung (SS 2022, Übung, 2 SWS, Bruno Riemenschneider et al.)
Medizintechnik II Tafelübung (SS 2022, Übung, 2 SWS, Bruno Riemenschneider)

Inhalt:

Das Modul MT II richtet sich an Studierende des Studiengangs Medizintechnik und zählt dort zu den Grundlagenvorlesungen im Bereich Informatik. Methoden und Geräte, welche die Anatomie und Funktion des Körpers für die Diagnose und Therapie aufarbeiten und darstellen, werden erklärt. Ein Schwerpunkt liegt auf dem Verständnis und der Anwendung von Grundalgorithmen der medizinischen Bildverarbeitung, wie beispielsweise Segmentierung, Filterung und Bildrekonstruktion. Die vorgestellten Modalitäten beinhalten Röntgensysteme, Computertomographie (CT), Magnetresonanztomographie (MRT), Optische Kohärenztomographie (OCT) und Ultraschall (US).

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- erkennen wesentliche Methoden und Modalitäten der medizinischen Bildgebung und geben diese wieder
- verstehen und erklären grundlegender physikalischer Prinzipien der medizinischen Bildgebung
- wenden erworbenes Wissen über Methoden selbstständig auf interdisziplinäre Fragestellungen der Medizin und der Ingenieurwissenschaften an
- implementieren Algorithmen der medizinischen Bildverarbeitung in der Programmiersprache Java
- wenden Inhalte der Vorlesung in selbstständiger, aber betreuter Projektarbeit auf eine konkrete medizinische Fragestellung an
- erwerben Schnittstellenkompetenz zwischen Ingenieurwissenschaften und Medizin
- erlernen fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht zu präsentieren

Literatur:

- Olaf Dössel: Bildgebende Verfahren in der Medizin: Von der Technik zur medizinischen Anwendung, Springer, 1999.
- Arnulf Oppelt: Imaging Systems for Medical Diagnostics, Publicis Kommunikations AG, Erlangen, 2005

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Medizintechnik II (Bildgebende Verfahren) (Prüfungsnummer: 58111)
Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Note der Projektarbeit setzt sich zusammen aus Ausarbeitung (5 bis 8 Seiten, wahlweise Deutsch oder Englisch) und einer Implementierung in Java (Arbeitsaufwand 1 SWS, zweite Semesterhälfte

Rechnerübungen). Zum Bestehen ist eine Abschlusspräsentation (5 Minuten) in Englisch und eine Bearbeitung der Hausaufgaben (mindestens 50% der erreichbaren Punkte, 1 SWS, erste Semesterhälfte Rechnerübungen) erforderlich.

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023 (nur für Wiederholer)
1. Prüfer: Bernhard Kainz, 2. Prüfer: Florian Knoll

Modulbezeichnung:	**Rehabilitation and Assistive Robotics (RAR)** (Rehabilitation and Assistive Robotics)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Claudio Castellini	
Lehrende:	Claudio Castellini, Marek Sierotowicz	

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

Lehrveranstaltungen:

Rehabilitation Robotics (L) (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Claudio Castellini)
Rehabilitation Robotics (E) (SS 2022, Übung, 2 SWS, Marek Sierotowicz)

Empfohlene Voraussetzungen:

Recommended: 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 Rehabilitation and Assistive Robotics: motivation, taxonomy, historical background
- Prosthetics: upper- and lower limb prosthetics; clinical, mechatronics and societal challenges; machine learning and intent detection applied to prosthetics; signals and sensors.
- Exoskeletons and exo-suits: realms of application, mechatronic and ergonomic challenges; intent detection and feedback; clinical acceptance, feasibility and effectiveness.

Lernziele und Kompetenzen:

Students who have followed the module

- have a broad understanding of Rehabilitation and Assistive Robotics, the motivations, problems and challenges
- can conceive and design a research project in the related subfield of the subject
- have knowledge about the clinical and industrial situation in RAR
- 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. Raspopović.
- [2012] Control of Upper Limb Prostheses: Terminology and Proportional Myoelectric Control - A Review, A. Fougner, Ø. Stavdahl, P. J. Kyberd, Y. G. Losier and P. A. Parker.
- [2015] Michael R Tucker et al., Control strategies for active lower extremity prosthetics and orthotics: a review, JNER 12:1
- [2018] JA Spanias, AM Simon, SB Finucane, EJ Perreault and LJ Hargrove, Online adaptive neural control of a robotic lower limb prosthesis, J Neural Eng. 15(1)
- [2020] Jacob Rosen and Peter Walker Ferguson (eds.), Wearable Robotics - Systems and Applications, Academic Press Elsevier
- [2021] Michele Xiloyannis, Ryan Alicea, Anna-Maria Georgarakis, Florian L. Haufe, Peter Wolf, Lorenzo Masia and Robert Riener, Soft robotic suits: State of the art, core technologies and open challenges, IEEE Transactions on Robotics

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Rehabilitation and Assistive Robotics (Prüfungsnummer: 76171)
(englische Bezeichnung: Introduction to Rehabilitation and Assistive Robotics)

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

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Claudio Castellini

Modulbezeichnung:	**Seminar Rehabilitation and assistive robotics (Rehabilitations- und Unterstützungsrobotik) (SemRAR)** (Seminar Rehabilitation and assistive robotics)	**2.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Claudio Castellini	
Lehrende:	Claudio Castellini	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 10 Std.	Eigenstudium: 65 Std.	Sprache: Englisch

Lehrveranstaltungen:

Seminar Rehabilitation and assistive robotics (WS 2021/2022, Seminar, 2 SWS, Claudio Castellini)

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:

In the seminar, students will analyse, present and discuss research sub-topics in rehabilitation and assistive robotics. This includes the design, control and testing of prostheses, exoskeletons and exo-suits for rehabilitation, clinical robots to aid walking and muscular recovery, intelligent wheelchairs, etc.

Besides reflecting on contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.

Lernziele und Kompetenzen:

On successful completion of this module, students will be familiar with recent research challenges in rehabilitation and assistive robotics, both theoretically and practically.

They will also be able to deduce potential new research lines from recent developments.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Seminar Rehabilitation and assistive robotics (Rehabilitations- und Unterstützungsrobotik) (Prüfungsnummer: 76821)
(englische Bezeichnung: Seminar: Rehabilitation and Assistive Robotics)

Prüfungsleistung, Seminarleistung, Dauer (in Minuten): 45
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
The examination is weighed as follows:

- 50%: presentation
- 50%: report

Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Claudio Castellini

Modulbezeichnung:	**Seminar Automatische Analyse von Stimm-, Sprech- und Sprachstörungen bei Sprachpathologien (SemSprachPath)** (Seminar Automatic Analysis of Voice, Speech, and Language for Speech Pathologies)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Seung Hee Yang	
Lehrende:	Andreas Maier, Seung Hee Yang	

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

Lehrveranstaltungen:

Seminar Automatic Analysis of Voice, Speech and Language Disorders in Speech Pathologies (SS 2022, Seminar, 4 SWS, Seung Hee Yang et al.)

Inhalt:

This seminar deals with how the diagnosis and therapy of different speech pathologies can be supported by speech technology.

The participants should present selected speech, speech and voice disorders in a lecture and demonstrate corresponding technologies in the field of pattern recognition and speech processing.

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- erlernen die Literaturrecherche.
- arbeiten sich selbstständig anhand der gefundenen Literatur in die Thematik der automatischen Analyse von Sprach-, Sprech- und Stimmstörungen ein.
- wählen einen Schwerpunkt und bereiten diesen im Rahmen einer Präsentation so auf, dass er für andere Teilnehmer des Seminars verständlich ist.
- lernen die Anforderungen an einen wissenschaftlichen Vortrag auf einer internationalen Konferenz kennen.
- halten einen Vortrag in der international üblichen Fachsprache Englisch (davon ausgenommen sind Studierende aus dem Ausland, die in Deutschland studieren, um Deutsch zu lernen)

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering)

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)", "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)", "Medizintechnik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Seminar Sprachtechnologie für Sprachpathologien (Prüfungsnummer: 349413)
(englische Bezeichnung: Speech Technologies for Speech Pathologies)

Prüfungsleistung, Seminarleistung
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Gesamtnote setzt sich zu 50% aus der Bewertung des Vortrags und zu 50% aus der Bewertung der Ausarbeitung zusammen. Ziel des Seminars ist die verständliche Aufbereitung eines Themas für andere Studierende im Rahmen einer Lehrstunde. Die Vortragsdauer beträgt 30 Minuten. Ziel ist es, diese möglichst genau einzuhalten. Die Ausarbeitung umfasst 6-8 Seiten im Stil von IEEE-Konferenzbeiträgen. Vortrag und Ausarbeitung sollten auf Englisch erfolgen.

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: keine Wdh.
1. Prüfer: Andreas Maier

Modulbezeichnung:	**High End Simulation in Practice (HESP)** (High End Simulation in Practice)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Harald Köstler	
Lehrende:	Harald Köstler	

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

Lehrveranstaltungen:

High End Simulation in Practice (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Harald Köstler)
Exercises to High End Simulation in Practice (SS 2022, Übung, 4 SWS, Rafael Ravedutti Lucio Machado)

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

Advanced Programming Techniques

Inhalt:

Algorithmen und Datenstrukturen für parallele Strömungssimulation mittels der Lattice Boltzmann Methode in C++. Kopplung von Strömungssimulation und Starrkörpersimulation. Simulation von Partikeln in Strömung. Grundlagen der GPU Programmierung.

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

Grundlegende Gesetze, die zur Simulation von physikalischen Effekten notwendig sind, darlegen.

Verstehen

Physikalische Grundgleichungen beschreiben.

Anwenden

Lösungsmethoden für physikalische Gleichungen implementieren. Numerische Algorithmen modifizieren um sie effizient zu parallelisieren. Numerische Algorithmen auf GPUs portieren.

Analysieren

Parallele Implementierungen auf GPU und CPU strukturieren.

Evaluieren (Beurteilen)

Simulationsergebnisse validieren.

Erschaffen

Neue Simulationssoftware für GPU und CPU entwickeln.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach High Performance Computing)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

High End Simulation in Practice (Prüfungsnummer: 45101)
(englische Bezeichnung: Lecture: High End Simulation in Practice (HESP))

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: SS 2022, 1. Wdh.: WS 2022/2023
1. Prüfer: Harald Köstler

Modulbezeichnung:	**Programming Techniques for Supercomputers (Lecture and Tutorial) (PTfS)** (Programming Techniques for Supercomputers (Lecture and Tutorial))	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Gerhard Wellein	
Lehrende:	Gerhard Wellein	

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

Lehrveranstaltungen:

Programming Techniques for Supercomputers (SS 2022, Vorlesung, 4 SWS, Gerhard Wellein)
Programming Techniques for Supercomputers - Exercises (SS 2022, Übung, 2 SWS, Gerhard Wellein)

Empfohlene Voraussetzungen:

Experience in C/C++ or Fortran programming required; basic knowledge of MPI and OpenMP programming

Inhalt:

- Introduction to the architecture of modern supercomputers
- Single core architecture and optimisation strategies
- Memory hierarchy and data access optimization
- Concepts of parallel computers and parallel computing
- Efficient "shared memory" parallelisation (OpenMP)
- Parallelisation approaches for multi-core processors including GPUs
- Efficient "distributed memory" parallelisation (MPI)
- Roofline performance model
- Serial and parallel performance modelling
- Energy efficient implementation and execution of parallel programs

Lernziele und Kompetenzen:

Students

- acquire a comprehensive overview of programming modern supercomputers efficiently for numerical simulations
- learn modern optimisation and parallelisation strategies, guided by structured performance modelling
- acquire an insight into innovative programming techniques and alternative supercomputer architectures
- are able to implement basic numerical methods with high hardware efficiency on parallel computers
- are able to program and use modern supercomputer with high (energy) efficiency

Literatur:

G. Hager and G. Wellein: Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers. CRC Computational Science Series, 2010. ISBN 978-1439811924
J. Hennessy and D. Patterson: Computer Architecture. A Quantitative Approach. Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, 2003. ISBN 1-55860-724-2

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach High Performance Computing)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "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)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Programming Techniques for Supercomputers (Lecture and Tutorial)_ (Prüfungsnummer: 278169)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Written exam will also cover material presented and exercised in the tutorials. In der Klausur wird auch Stoff der Übungen abgeprüft.

Falls die Klausur bestanden wird, kann die Note durch eine erfolgreiche Bearbeitung der Übungen verbessert werden.

Gemäß Corona-Satzung wird als alternative Prüfungsform festgelegt: mündliche Prüfung mit 30 Minuten Dauer

Prüfungssprache: Englisch

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

1. Prüfer: Gerhard Wellein

Modulbezeichnung:	**Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 1 (SiWiR1)** (Simulation and Scientific Computing 1)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Ulrich Rüde, Christoph Pflaum	
Lehrende:	Christoph Pflaum, Ulrich Rüde	

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 135 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 1 (WS 2021/2022, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Christoph Pflaum)

Übungen zu Simulation und Wissenschaftliches Rechnen (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Dominik Thönnes)

Tutorium zu Simulation und Wissenschaftliches Rechnen (WS 2021/2022, Tutorium, 2 SWS, Christoph Pflaum)

Empfohlene Voraussetzungen:

Voraussetzung ist ein Modul im Bereich Numerik

Inhalt:

- Performance Optimierung für numerische Algorithmen
- OpenMP Parallelisierung
- Finite Differenzen Diskretisierung im Ort
- Praktische Abschätzung des Diskretisierungsfehlers und der Konvergenzgeschwindigkeit numerischer Verfahren
- Software Entwicklung im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens
- MPI Parallelisierung
- Finite Differenzen Diskretisierung für zeitabhängige Probleme

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- lernen Techniken zur Optimierung von Algorithmen im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens
- lernen selbständig Algorithmen auf Parallelrechnern zu implementieren und zu optimieren
- lernen theoretisch die Stabilität von numerischen Algorithmen zu untersuchen

Literatur:

- Lehrbuch: G. Hager und G. Wellein, Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, CRC Press, 2010.
- Lehrbuch: Goedecker und Adolfy Hoisie. Performance Optimization of Numerically Intensive Codes, SIAM, 2001.
- Lehrbuch: Gropp, Lusk, Skjellum, Using MPI. The MIT Press, 1999.
- Lehrbuch: Alexandrescu, Modern C++ Design, Generic Programming and Design Patterns. Addison-Wesley, 2001.
- Lehrbuch: Burden, Faires, Numerical Analysis, Brooks, 2001.
- Lehrbuch: Chandra at. al., Programming in OpenMP, Academic Press, 2001.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach High Performance Computing)

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

"Mathematik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)", "Medizintechnik (Bachelor of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Simulation und Wissenschaftliches Rechnen (Prüfungsnummer: 981660)
(englische Bezeichnung: Simulation and scientific computing 1)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Schriftliche Prüfung im Umfang von 90 Minuten und 65% der Punkte der vier Übungsaufgaben und Vortrag im Tutorium.
Prüfungssprache: Englisch

Erstablegung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022
1. Prüfer: Christoph Pflaum

Modulbezeichnung:	**Simulation und wissenschaftliches Rechnen 2 (SiWiR2)** (Simulation and Scientific Computing 2)	**7.5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Christoph Pflaum	
Lehrende:	Christoph Pflaum	

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

Lehrveranstaltungen:

Simulation und wissenschaftliches Rechnen 2 (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Christoph Pflaum)
Übung zu Simulation und wissenschaftliches Rechnen 2 (SS 2022, Übung, 2 SWS, Benjamin Mann)
Tutorium zu Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 2 (SS 2022, Tutorium, 2 SWS, Christoph Pflaum)

Empfohlene Voraussetzungen:

Solides Hintergrundwissen in Ingenieurmathematik und einer höheren Programmiersprache (vorzugsweise C/C++)

Inhalt:

- Einführung in Mehrgitterverfahren
- Theorie und Anwendung der Methode der finiten Elemente
- Fluiddynamik, insbesondere Lattice Boltzmann Verfahren
- Algorithmen in der Molekulardynamik

Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden
- lernen verschiedene numerische Verfahren zum Lösen partieller Differentialgleichungen kennen
- lernen grundlegende Kenntnisse zur Implementierung der entsprechenden Algorithmen
- werden in die Entwicklung von Simulationstechniken im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens, die
- Analyse und Entwicklung von Diskretisierungen für partielle Differentialgleichungen
- und die Entwicklung von Software im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens eingeführt.

Literatur:

- Briggs, Henson, McCormick, A Multigrid Tutorial. SIAM, ISBN 0-89871-462-1.
- Strang, Fix, An Analysis of the Finite Element Method. Wellesley-Cambridge Press, ISBN 0-9614088-8-X.
- Axelsson, Barker, Finite Element Solution of Boundary Value Problems. Siam, ISBN 0-89871-499-0.
- Braess, Finite Elemente. Springer, ISBN 3-540-61905-4.
- Braess, Finite elements. Cambridge University Press, ISBN 0521011957.
- Großmann, Roos, Numerik partieller Differentialgleichungen. Teubner, ISBN 3-519-02089-0.
- Großmann, Roos, Numerische Behandlung partieller Differentialgleichungen. Teubner, ISBN 3-519-22089-X.
- Grossmann, Roos, Stynes, Numerical treatment of partial differential equations. Springer, ISBN 978-3-540-71582-5.

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

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

[1] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach High Performance Computing)

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

Studien-/Prüfungsleistungen:

Simulation und wissenschaftliches Rechnen II (Prüfungsnummer: 38703)

Prüfungsleistung, Klausur mit Übungsleistung, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Es werden 4 Übungsblätter von den Studierenden bearbeitet. Die Studienleistung wird mit der erfolgreichen Bearbeitung der Übungsblätter (Erreichen von mindestens 50 % der Punkte) erbracht.

Prüfungssprache: Englisch

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

1. Prüfer: Christoph Pflaum