



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg

# Modulhandbuch

für den Studiengang

Master of Science Medizintechnik  
(Prüfungsordnungsversion: 20192)

# Inhaltsverzeichnis

Medizinische Vertiefung / Medical specialisation modules.....	
Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner.....	12
Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers.....	14
Gesundheitssysteme - Akteure, Finanzierung, Innovationen.....	15
M1 Medizinische Vertiefungsmodule.....	
Applications of nanotechnology in cardiovascular diseases.....	18
Audiologie/Hörgeräteakustik.....	20
Bild am Dienstag - Medizin in Röntgenbildern.....	22
Computertomographie - eine theoretische und praktische Einführung.....	23
Ethics of Technology: Software, Hardware, Wetware.....	25
Gesundheitssysteme - Akteure, Finanzierung, Innovationen.....	27
Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung 3.....	29
Grundlagen der Krankheitserkennung.....	31
Interdisziplinäre Medizin.....	33
Introduction to medical physics in radiation therapy.....	35
Introduction to simulation, network and data analysis in cancer and oncotherapy.....	37
Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology.....	39
Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys).....	41
Lab class on medical physics in radiation therapy.....	43
Medical Physics in Nuclear Medicine.....	45
Medizinische Biotechnologie (Vertiefung).....	48
Movement Neuroscience: Connections between Brain and Muscles in Humans.....	51
Seminar und Praktikum Biosignalverarbeitung.....	54
Special topics of medical physics in radiation therapy.....	56
Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering.....	
Advanced machine learning for anomaly detection.....	59
Advanced medical imaging for Clinical Navigation using Smart Devices.....	61
Advanced Seminar on Medical Electronics and Systems for Ambient Assisted Living AAL.....	62
Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces.....	64
Biomaterialien für Medizintechniker.....	66
Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data.....	67
Cognitive Neurowissenschaften.....	69
Digital Psychology Lab.....	71
Fantastic datasets and where to find them.....	73
Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation.....	75
Hauptseminar Cognitive Science in Engineering.....	77
Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik.....	78
Hauptseminar Messtechnik.....	80
Interpretation and Analysis of Neural and Muscle Signals (BioSignalIS).....	82
Interventionelle und Diagnostische Endoskopie.....	85
IT-Sicherheits-Seminar.....	87
Legged Locomotion of Robots + Laborprojekt (LLR-L).....	88
Legged Locomotion of Robots (LLR).....	90
Machine Learning [5 ECTS].....	92
Network medicine.....	95
Neuartige Rechnerarchitekturen.....	96
Operating Room of the Future.....	99

Physiological Driven Control and Design of Exoskeletons (NEXO).....	100
Seminar Advanced Algorithms in Medical Image Processing.....	102
Seminar Advanced Deep Learning.....	103
Seminar AI and Digitalization in Healthcare.....	104
Seminar Ausgewählte Kapitel der Multimediakommunikation und Signalverarbeitung.....	106
Seminar Autonomous Systems and Mechatronics.....	108
Seminar: Digital Pathology and Deep Learning.....	109
Seminar Glas und Keramik für Medizintechnik.....	111
Seminar Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik.....	112
Seminar Human-Robot Interaction.....	114
Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems.....	115
Seminar Informationssysteme im Gesundheitswesen.....	119
Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0.....	121
Seminar Machine Learning in MRI.....	123
Seminar Medical Devices of the Future.....	124
Seminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag.....	125
Seminar Medizintechnik.....	127
Seminar Meta Learning.....	129
Seminar Multi-Core Architecture and Programming.....	130
Seminar Photonik/Lasertechnik.....	132
Seminar: Physik in der Medizin.....	134
Seminar Polymerwerkstoffe-Kernfach.....	136
Seminar Quantentechnologien.....	137
Seminar Robotics for the Lower Limb.....	138
Seminar Sprachtechnologie für Sprachpathologien.....	139
Technik in der Orthopädie.....	140
The why and how of human gait simulations.....	142
Tracking Olympiad.....	145
Voice-enabled healthcare.....	147
M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV).....	
Algorithms of Numerical Linear Algebra.....	150
Computer Graphics.....	151
Computergraphik (Vorlesung mit Übung und Praktikum).....	154
Cyber-Physical Systems.....	157
Cyber-Physical Systems.....	159
Data Science Survival Skills.....	161
Deep Learning.....	163
Digital Communications.....	165
Digitale Signalverarbeitung.....	167
Digitale Übertragung.....	169
Echtzeitsysteme.....	171
Echtzeitsysteme 2.....	176
Eingebettete Systeme.....	179
Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen).....	181
Ereignisgesteuerte Systeme.....	184
Functional Analysis for Engineers.....	186
Geometric Modeling.....	187
Grundlagen der Systemprogrammierung.....	189
Hardware-Software-Co-Design.....	191
Hardware-Software-Co-Design (Vorlesung mit erweiterter Übung).....	193
Heterogene Rechnerarchitekturen Online.....	196
Inertial Sensor Fusion.....	199

Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung.....	202
Kanalcodierung.....	207
Konzeptionelle Modellierung.....	211
Künstliche Intelligenz I.....	213
Künstliche Intelligenz II.....	216
Numerik I für Ingenieure.....	219
Numerik II für Ingenieure.....	221
Optimierung für Ingenieure.....	222
Parallele Systeme.....	225
Parallele Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen).....	228
Pattern Analysis.....	231
Pattern Recognition.....	234
Quantenelektronik II - Quantentechnologien 2.....	237
Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1.....	239
Reconfigurable Computing.....	241
Reconfigurable Computing (Lecture with Extended Exercises).....	244
Reinforcement Learning.....	247
Scientific Visualization.....	249
Signale und Systeme II.....	251
Speech and Audio Signal Processing.....	254
Statistical Signal Processing.....	257
Systemnahe Programmierung in C.....	260
Systemprogrammierung.....	263
Systemprogrammierung Vertiefung.....	265
Transformationen in der Signalverarbeitung.....	266
M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV).....	
AI in medical robotics.....	269
Algorithmische Bioinformatik.....	271
A look inside the human body - gait analysis and simulation.....	273
Biomedizinische Signalanalyse.....	275
Computational Magnetic Resonance Imaging.....	280
Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie.....	282
Computer Architectures for Medical Applications.....	284
Diagnostic Medical Image Processing.....	286
Gait analysis and simulation+.....	288
Geometry Processing.....	290
Image and Video Compression.....	291
Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology.....	294
Interventional Medical Image Processing.....	296
Magnetic Resonance Imaging.....	299
Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung.....	300
Numerische und physikalische Grundlagen von Bildgebungsalgorithmen für die CT-basierte Strahlentherapieplanung.....	302
Visual Computing in Medicine.....	305
M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV).....	
Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung.....	310
Biomaterialien für Tissue Engineering.....	314
Cognitive Neuroscience for AI Developers.....	316
Computational Medicine I.....	318
Convex Optimization in Communications and Signal Processing.....	321
eBusiness Technologies und Evolutionäre Informationssysteme.....	323
Echtzeitsysteme 2.....	327

eHealth.....	330
Exergames.....	332
Forensische Informatik.....	334
Globale Beleuchtungsberechnung.....	336
Human Computer Interaction.....	338
Human Factors in Security and Privacy.....	341
Image Processing in Optical Nanoscopy.....	344
Knowledge discovery in databases.....	345
Magnetic Resonance Imaging sequence programming.....	348
Mathematische Bildverarbeitung.....	350
Medizintechnische Anwendungen der Photonik.....	351
Molecular Communications.....	353
Security in Embedded Hardware.....	355
Sichere Systeme.....	358
Speech and Language Processing.....	360
Swarm Intelligence.....	362
Verteilte Systeme (Vorlesung mit Übungen).....	364
M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL).....	
Analoge elektronische Systeme.....	368
Data Science Survival Skills.....	370
Digitale Regelung.....	372
Digitale Signalverarbeitung.....	374
Digitaltechnik.....	376
Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik.....	378
Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik.....	381
Grundlagen der Nachrichtenübertragung.....	384
Halbleiterbauelemente.....	386
Inertial Sensor Fusion.....	388
Mechatronic components and systems (MCS).....	391
Nachrichtentechnische Systeme.....	393
Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten.....	396
Quantenelektronik II - Quantentechnologien 2.....	398
Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1.....	400
Regelungstechnik A (Grundlagen).....	402
Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden).....	404
Robot mechanisms and user interfaces.....	406
Schaltungstechnik.....	408
Signale und Systeme II.....	410
Speech and Audio Signal Processing.....	413
M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL).....	
AI in medical robotics.....	417
Biomedizinische Signalanalyse.....	419
Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie.....	424
Elektrische Kleinmaschinen.....	426
Elektromagnetische Felder II.....	428
Elektromagnetische Verträglichkeit.....	430
Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III).....	432
Halbleitertechnik VI - Flexible Elektronik (HL VI).....	434
Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (HLT I).....	436
HF-Schaltungen und Systeme.....	438
Hochfrequenztechnik.....	440
Human-centered mechatronics and robotics.....	442
Image and Video Compression.....	444

Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen.....	447
Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology.....	448
Kommunikationselektronik.....	450
Kommunikationsnetze.....	454
Kommunikationsstrukturen.....	456
Leistungselektronik.....	458
Magnetic Resonance Imaging.....	461
Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung.....	462
Medizinelektronik.....	464
Photonik 1.....	466
Photonik 2.....	468
Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik.....	470
M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL).....	
Angewandte Elektromagnetische Verträglichkeit.....	473
Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen.....	474
Bildgebende Radarsysteme.....	476
Bildgebende Verfahren in der Medizin.....	478
Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung.....	479
Body Area Communications.....	483
Computational Medicine I.....	485
FPGA-Entwurf mit VHDL.....	488
Integrierte Navigationssysteme.....	492
Low Power Biomedical Electronics.....	494
Magnetic Resonance Imaging sequence programming.....	496
Medical Imaging System Technology.....	498
Medizintechnische Anwendungen der HF-Technik.....	500
Medizintechnische Anwendungen der Photonik.....	502
Molecular Communications.....	504
Multiphysics Systems and Components.....	506
Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS).....	508
Ultraschalltechnik.....	510
Werkstoffe der Elektronik in der Medizin.....	511
M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP).....	
Biophysik und Biomechanik.....	514
Computational Dynamics.....	515
Data Science Survival Skills.....	517
Digitale Regelung.....	519
Dynamik starrer Körper.....	521
Fertigungsmesstechnik I.....	523
Fertigungsmesstechnik II.....	528
Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik.....	532
Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik.....	535
Grundlagen der Produktentwicklung.....	538
Inertial Sensor Fusion.....	544
Kunststoff-Eigenschaften und -Verarbeitung.....	547
Kunststoffe und Ihre Eigenschaften.....	550
Kunststoffverarbeitung.....	552
Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics.....	554
Materialmodellierung und -simulation.....	557
Mechatronic components and systems (MCS).....	560
Mehrkörperdynamik.....	562
Methode der Finiten Elemente.....	566

Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren.....	570
Mikromechanik.....	575
Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements.....	577
Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics.....	580
Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics.....	582
Numerische und experimentelle Modalanalyse.....	585
Physik der biologischen Materie.....	589
Produktionssystematik.....	590
Prozess- und Temperaturmesstechnik.....	591
Quantenelektronik II - Quantentechnologien 2.....	595
Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1.....	597
Rechnergestützte Messtechnik.....	599
Regelungstechnik A (Grundlagen).....	605
Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden).....	607
Robot mechanisms and user interfaces.....	609
Technische Produktgestaltung.....	611
Technische Schwingungslehre.....	616
Umformtechnik.....	620
M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP).....	
AI in medical robotics.....	623
A look inside the human body - gait analysis and simulation.....	625
Biomechanik der Bewegung.....	627
Biomechanik: Mechanische Eigenschaften biologischer Materialien.....	628
Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie.....	630
Dentale Biomaterialien (MT).....	632
Gait analysis and simulation+.....	634
Human-centered mechatronics and robotics.....	636
Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology.....	638
Keramische Werkstoffe in der Medizin (MT).....	640
Maschinenakustik.....	642
Medizintechnik I (Biomaterialien).....	644
Metallische Werkstoffe in der MT.....	646
Polymerwerkstoffe in der Medizin (MT).....	648
Scannen und Drucken in 3D.....	650
Surfaces of Biomaterials.....	652
Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik.....	654
Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik.....	656
Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik I.....	657
Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik I.....	658
Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik II.....	659
Werkstoffoberflächen in der Medizintechnik.....	660
Zell-Werkstoff-Wechselwirkungen (MT).....	661
M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP).....	
Advanced Upper-Limb Prosthetics.....	663
Biomaterialien für Tissue Engineering.....	665
Computational Medicine I.....	667
Geometrische numerische Integration.....	670
Gießereitechnik 1.....	673
Handhabungs- und Montagetechnik.....	679
Integrierte Produktentwicklung.....	681
Kardiologische Implantate.....	687
Kardiologische Implantate 2.....	689

Konstruieren mit Kunststoffen.....	690
Kunststofftechnik II.....	692
Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik.....	695
Medizintechnische Anwendungen der Photonik.....	697
Messmethoden der Thermodynamik.....	699
Multiphysics Systems and Components.....	701
Optical diagnostics in energy and process engineering.....	703
Optical Technologies in Life Science.....	705
Photonics in Medical Technology.....	708
Technologie der Verbundwerkstoffe.....	710
Umformverfahren und Prozesstechnologien.....	712
Werkstoffe der Elektronik in der Medizin.....	714
M1 Medical specialisation modules (HMDA).....	
Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner.....	717
Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers.....	719
Introduction to medical physics in radiation therapy.....	720
Introduction to simulation, network and data analysis in cancer and oncotherapy.....	722
Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology.....	724
Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys).....	726
Lab class on medical physics in radiation therapy.....	728
Medical Physics in Nuclear Medicine.....	730
Medizinische Biotechnologie (Vertiefung).....	733
Movement Neuroscience: Connections between Brain and Muscles in Humans.....	736
Special topics of medical physics in radiation therapy.....	739
M2 Engineering Core Modules (HMDA).....	
Algorithms of Numerical Linear Algebra.....	742
Computer Graphics.....	743
Data Science Survival Skills.....	746
Deep Learning.....	748
Digitale Signalverarbeitung.....	750
Digitale Übertragung.....	752
Functional Analysis for Engineers.....	754
Geometric Modeling.....	755
Heterogene Rechnerarchitekturen Online.....	757
Inertial Sensor Fusion.....	760
Information Theory and Coding.....	763
Kanalcodierung.....	768
Künstliche Intelligenz I.....	772
Künstliche Intelligenz II.....	775
Optimierung für Ingenieure.....	778
Parallele Systeme.....	781
Pattern Analysis.....	784
Pattern Recognition.....	787
Reconfigurable Computing.....	790
Reinforcement Learning.....	793
Scientific Visualization.....	795
Speech and Audio Signal Processing.....	797
Statistical Signal Processing.....	800
Transformationen in der Signalverarbeitung.....	803
M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA).....	
A look inside the human body - gait analysis and simulation.....	806
Auditory Models.....	808



Biomedizinische Signalanalyse.....	809
Computational Magnetic Resonance Imaging.....	814
Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie.....	816
Computer Architectures for Medical Applications.....	818
Diagnostic Medical Image Processing.....	820
Image and Video Compression.....	822
Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology.....	825
Interventional Medical Image Processing.....	827
Magnetic Resonance Imaging.....	830
Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung.....	831
Visual Computing in Medicine.....	833
<b>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA).....</b>	
Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung.....	838
Body Area Communications.....	842
Cognitive Neuroscience for AI Developers.....	844
Exergames.....	846
Human Computer Interaction.....	848
Image Processing in Optical Nanoscopy.....	851
Knowledge discovery in databases.....	852
Low Power Biomedical Electronics.....	855
Magnetic Resonance Imaging sequence programming.....	857
Medical Imaging System Technology.....	859
Molecular Communications.....	861
Security in Embedded Hardware.....	863
Speech and Language Processing.....	866
Swarm Intelligence.....	868
<b>M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA).....</b>	
Becoming an Innovative Engineer.....	871
Designing technology.....	873
Implementing innovation.....	875
Innovation and leadership.....	876
Service innovation.....	878
Technology and innovation management.....	880
<b>Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules.....</b>	
Biomedical Image Analysis Project.....	883
Commercial Open Source Startups (OSS-COSS).....	885
Computational Imaging Project.....	886
Digital transformation project.....	888
Digital transformation project.....	889
DIY - Individual prototyping and systems engineering (V+Ü).....	891
DIY - Individual prototyping and systems engineering (V+Ü+Projekt).....	892
Hands on Rehabilitation and Assistive Robotics (HandsOnRAR).....	896
Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing.....	898
Interfacing the Neuromuscular System: Laboratory (INS-Lab).....	901
Neurotechnology Project.....	902
Praktikum Technische Dynamik.....	905
Project Representation Learning.....	907
Projekt Biomedical Network Science.....	910
Projekt Flat-Panel CT Reconstruction.....	911
Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik.....	913
Projekt Mustererkennung.....	915
Virtual and Augmented Reality (VRAR).....	917

Flexibles Budget / Flexible budget.....	
Artificial Motor Learning .....	922
Audiologie/Hörgeräteakustik.....	925
Becoming an Innovative Engineer.....	927
Bewegungsanalyse und biomechanische Grenzgebiete.....	929
BWL für Ingenieure.....	931
Exergames.....	933
Fertigungsmesstechnik I.....	935
Green AI - AI for sustainability and sustainability of AI.....	940
Innovation and leadership.....	942
Innovation technology.....	944
Intent Detection and Feedback.....	946
Introduction to Explainable Machine Learning.....	948
Medizinelektronik.....	951
Metallische Werkstoffe in der MT.....	953
Rehabilitation and Assistive Robotics.....	955
Scientific writing, reviewing and presenting.....	957
Service innovation.....	959
Technology and innovation management.....	961
Freie Wahl Uni / Free Choice Uni.....	963
Masterarbeit (M.Sc. Medizintechnik 20192).....	964

# Medizinische Vertiefung / Medical specialisation modules

1	<b>Modulbezeichnung</b> 22800	<b>Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner</b> (Anatomy and physiology for non-medical students)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker, Naturwissenschaftler und Ingenieure (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Christian Alzheimer apl.Prof.Dr. Clemens Forster Prof. Dr. Alexey Ponomarenko Prof. Dr. Peter Soba PD Dr. Tobias Huth	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl.Prof.Dr. Clemens Forster	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissensvermittlung zu Grundlagen der Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie</li> <li>• Wissensvermittlung von wichtigen medizinischen Fachbegriffen</li> <li>• Wissensvermittlung von relevanten und häufigen Krankheitsbildern</li> <li>• Wissensvermittlung von relevanten Methoden beim biologischen und technischen Sehen</li> <li>• Diskussion von Methoden und Theorieansätzen, um relevante medizinische Fragestellungen erkennen zu können</li> <li>• Kritische Betrachtung von den wichtigsten bildgebenden Verfahren in wichtigen Krankheitsbildern</li> <li>• Darstellung der Organisationsstrukturen von diagnostischen Prozessen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die wichtigsten und häufigsten medizinische Fachbegriffe</li> <li>• sind vertraut mit den Grundlagen der Anatomie und der Physiologie</li> <li>• kennen wichtige Krankheitsbilder</li> <li>• verstehen und erklären medizinische Fragestellungen in der Diagnostik und Therapie anhand von Beispielen</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefung Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich (60 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47664	<b>Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers (4 SWS)	-
3	Lehrende	Benedikt Kleinsasser Prof.Dr.med. Friedrich Paulsen	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl.Prof.Dr. Michael Eichhorn	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biological Systems</li> <li>• Trunk System</li> <li>• Nervous System</li> <li>• Respiration</li> <li>• Circulation</li> <li>• Heart</li> <li>• Digestion</li> <li>• Neuroscience</li> <li>• Functional cardiology</li> <li>• Advanced endoscopy</li> <li>• Advanced neuroimaging</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe relevant structures of the human anatomy and basic physiological processes</li> <li>• understand features of biological systems when applying optical technologies to them</li> <li>• describe exemplarily applications of optical technologies in medicine</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Gerard J. Tortora, Bryan Derrickson: Principles of Anatomy and Physiology:	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47628	<b>Gesundheitssysteme - Akteure, Finanzierung, Innovationen</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! Es handelt sich um eine Blockveranstaltung in den Semesterferien mit Anwesenheitspflicht.	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andrea Grebe	
5	<b>Inhalt</b>	Darstellung der verschiedenen Akteure (u. a. Kostenträger, Leistungserbringer, Gesetzgeber, Industrie/Wirtschaft) des deutschen Gesundheitssystems, deren Interaktionen, Chancen und Herausforderungen, Finanzierungssystematiken, Innovationen, Digitalisierung, Beispiele aus der Praxis, sowie Vergleiche ausgewählter Gesundheitssysteme auf internationaler Ebene (bspw. USA, Großbritannien).	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Lernende entwickeln ein Verständnis für die Grundzüge des deutschen Gesundheitssystems, des Zusammenwirkens der verschiedenen Akteure und deren Finanzierung und können wesentliche Informationen und Kennzahlen wiedergeben.  Lernende können die wesentlichen Entwicklungen (bspw. Finanzierung, Digitalisierung) des Gesundheitsmarktes einordnen und bewerten.  Lernende können die Rolle der Medizintechnik im Gesundheitssystem einordnen.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 20 h Eigenstudium: 55 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>		
16	<b>Literaturhinweise</b>	z. B.:	

Reinhard Busse et al. Management im Gesundheitswesen, 4. Auflage (2017)

Uwe K. Preusker, Lexikon der deutschen Gesundheitssysteme, 6. Auflage (2020)

Roman Grinblat et al., Innovationen im Gesundheitswesen

Busse et al., Das deutsche Gesundheitssystem, 2. Auflage



# M1 Medizinische Vertiefungsmodule

1	<b>Modulbezeichnung</b> 252989	<b>Applications of nanotechnology in cardiovascular diseases</b> (Applications of nanotechnology in cardiovascular diseases)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Applications of nanotechnology in cardiovascular diseases (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Iwona Cicha	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Iwona Cicha	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The special focus of the seminar is on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nanoparticulate contrast agents for the detection of vulnerable atherosclerotic plaques using state-of-the-art techniques;</li> <li>• drug-delivery nanosystems for cardiac and cerebral ischemia and thrombosis;</li> <li>• nano-biomaterials and nanofibre composites for vascular and cardiac tissue regeneration;</li> <li>• novel nanoparticle-eluting and bio-degradable stents.</li> </ul> <p>The clinical utility of these novel approaches is critically discussed.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	At this seminar, students learn about the basic pathomechanisms of cardiovascular diseases and the possible applications of nanotechnologies for diagnosis and therapy of different cardiovascular disorders. After attending the course, the students should be able to identify the key challenges in cardiovascular field and critically review novel technologies.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Recommended content-related requirements:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. It is recommended to complete bachelor course before talking this seminar</li> <li>2. Ability to critically review and present published manuscripts is advantageous</li> </ol>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 531683	<b>Audiologie/Hörgeräteakustik</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Audiologie/Hörgeräteakustik (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.Dr. Ulrich Hoppe	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.Dr. Ulrich Hoppe	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Überblick über Grundlagen der Anatomie und Physiologie des Ohres und der Hörbahn einschließlich Hörverarbeitung und Audiophysiologie, sowie ausgesuchte Verfahren zur Untersuchung des Hörvermögens bei Kindern und Erwachsenen und deren Interpretation</p> <p>Einblicke in physikalische und psychoakustische Grundlagen der Audiologie und der Hörgeräteanpassung und des Cochlearimplantats</p> <p>Wissen, Anwendung und Beurteilung audiometrischer Verfahren</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung kennen die Studierenden sowohl die physiologischen Vorgänge des Hörens als auch die medizinischen und technischen Möglichkeiten der Hörverbesserung. Insbesondere sind die diagnostischen Verfahren zu Entdeckung, Quantifizierung und Lokalisierung einer Hörstörung bekannt. Im Bereich der technischen Rehabilitation werden konventionelle Hörgeräte und Cochlea-Implantate vertieft betrachtet. Neben der Technologie werden auch die Verfahren zur Anpassung und Erfolgskontrolle der Technologien am Patienten erlernt.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	für Studierende des Studiengangs B. Sc Logopädie und M.Sc. Medizintechnik.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 2013 M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Audiologie Durrant, J.D., Feth, L. (2012). Hearing Sciences: A Foundational Approach, The Allyn &amp; Bacon Communication Sciences and Disorders</p> <p>Kompis, M. (2008). Audiologie, Bern: Verlag Hans Huber</p> <p>Lehnhardt, E.; Laszig, R. (2009). Praxis der Audiometrie. Stuttgart: Thieme</p> <p>Mrowinski, D.; Scholz, G. (2011). Audiometrie: eine Anleitung für die praktische Hörprüfung. Stuttgart: Thieme</p>
----	--------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 746003	<b>Bild am Dienstag - Medizin in Röntgenbildern</b> (Find the disease Case based teaching)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Bild am Dienstag - Medizin in Röntgenbildern (1 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Uder Prof. Dr. Rolf Matthias Janka PD Dr. Matthias May	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Rolf Matthias Janka Prof. Dr. Michael Uder	
5	<b>Inhalt</b>	Anhand von aktuellen Fällen werden interaktiv Röntgenbilder, Computertomographien, MR-Tomographien und Ultraschalluntersuchungen analysiert und Tipps für die Befundung gegeben. Oft werden dabei typische Differenzialdiagnosen mit ähnlichen Veränderungen gezeigt oder weitere Fälle mit der gleichen Erkrankung. Ein Fall wird niemals zweimal gezeigt. Die Fälle bauen nicht aufeinander auf, so dass man jederzeit in die Vorlesung einsteigen kann.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden erkennen häufig vorkommende Erkrankungen mittels moderner Bildgebung.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 66995	<b>Computertomographie - eine theoretische und praktische Einführung</b> (Computed tomography - a theoretical and practical introduction)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Computertomographie - eine theoretische und praktische Einführung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert Dr. Marek Karolczak PD Dr. Matthias May PD Dr. Bernhard Schmidt Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Dr. rer. biol. hum. Christian Hofmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In der Veranstaltung werden die Grundlagen der CT-Bildgebung aus unterschiedlichen Perspektiven (Medizinphysik, Informatik, Klinik, Entwicklung, mathematische Grundlagen) vermittelt. Inhaltliche Schwerpunkte liegen auf Grundlagen inkl. der Scan-Parameter, Bildrekonstruktion, klinische Anwendung in Diagnostik, Intervention und Kardiologie, Umgang mit Organbewegung (4DCT) , Dual-Energy (DE) CT sowie der mit der Untersuchung verbundenen Dosis.</p> <p>Die Veranstaltung wird als Kombination aus Vorlesung und praktischen Beispielen an den CT Scannern der Strahlenklinik und der Radiologie abgehalten.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung können die Teilnehmer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Grundlagen der Entstehung eines CT Bildes erklären</li> <li>• Verstehen, welche klinischen Fragestellungen mit einer CT Untersuchung oder Intervention adressiert werden können</li> <li>• Selbständig einfache CT Scans vornehmen und dabei grundlegende Parameter wie kV und Kernel gezielt mit Verständnis der Auswirkung verändern</li> <li>• Wiedergeben, wie ein 4DCT / DECT aufgenommen wird</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlegel, W., Karger, Ch.P., Jäkel, O.: Medizinische Physik, Springer 2018</li> <li>• Kalender, W.: Computertomographie, Publicis 2011</li> <li>• Nikolaou, K., Bamberg, F., Laghi, A., Rubin, G.: Multislice CT, Springer 2019</li> <li>• Maier, A., Steidl, S., Christlein, V., Hornegger, J.: Medical Imaging Systems , Springer 2018 <a href="https://www.springer.com/de/book/9783319965192">https://www.springer.com/de/book/9783319965192</a></li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 47604	<b>Ethics of Technology: Software, Hardware, Wetware</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Ethics of Technology: Software, Hardware, Wetware (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Christoph Merdes Dr. Jens Kirchner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Jens Kirchner Dr. Christoph Merdes	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Technology is already pervasive in our everyday lives, and will, mainly through improvements in AI, miniaturization and connectivity, become only more so in the near future. This brings to attention a number of ethical questions, in particular (though not exclusively) for the engineers who design these systems and plan their manufacturing and maintenance.</p> <p>Such questions are, for instance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• What decisions are we allowed to leave to an AI system, and by what ethical restrictions?</li> <li>• How should we balance different design goals against each other in applications highly sensitive to human life and dignity?</li> <li>• Who is responsible for system failures (a) in highly labor-differentiated design projects (b) when an autonomous system (such as AI in autonomous vehicles) operates outside of effective human control?</li> <li>• Does the massive quantitative grow of data collection and processing capabilities imply a qualitative shift in how we should (ethically) deal with data, and if so, how? For example, how should we deal with vital data gathered from wearable and implantable devices?</li> </ul> <p>These questions are, of course, not new in their entirety. Many of them have come up in other forms for other problems of ethics, either in the context of technology or outside. However, the specific nature of invasive and pervasive technologies that seem to be critical to the society of the future require a fresh and thorough analysis, using the tools available, but following the imperative of applied ethics to take serious the specifics of the domain.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic understanding of major theories of normative ethics (consequentialism, deontological ethics, virtue ethics)</li> <li>• Ability to apply the different types of ethical reasoning to a given applied problem from the ethics of technology</li> <li>• Knowledge and understanding of central problems regarding applied ethics of engineering and AI (e.g. responsibility, data ethics, value trade-offs)</li> <li>• Ability to independently analyze a given technological device, project or application for its ethically significant features</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Ability to present and analyze normative arguments (focusing on ethical arguments)</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Timmons, M. (2012). Moral theory: An introduction. Rowman &amp; Littlefield Publishers.</li> <li>Timmons, M. (2012). Moral theory: An introduction. Rowman &amp; Littlefield Publishers.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47628	<b>Gesundheitssysteme - Akteure, Finanzierung, Innovationen</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! Es handelt sich um eine Blockveranstaltung in den Semesterferien mit Anwesenheitspflicht.	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andrea Grebe	
5	<b>Inhalt</b>	Darstellung der verschiedenen Akteure (u. a. Kostenträger, Leistungserbringer, Gesetzgeber, Industrie/Wirtschaft) des deutschen Gesundheitssystems, deren Interaktionen, Chancen und Herausforderungen, Finanzierungssystematiken, Innovationen, Digitalisierung, Beispiele aus der Praxis, sowie Vergleiche ausgewählter Gesundheitssysteme auf internationaler Ebene (bspw. USA, Großbritannien).	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Lernende entwickeln ein Verständnis für die Grundzüge des deutschen Gesundheitssystems, des Zusammenwirkens der verschiedenen Akteure und deren Finanzierung und können wesentliche Informationen und Kennzahlen wiedergeben.  Lernende können die wesentlichen Entwicklungen (bspw. Finanzierung, Digitalisierung) des Gesundheitsmarktes einordnen und bewerten.  Lernende können die Rolle der Medizintechnik im Gesundheitssystem einordnen.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 20 h Eigenstudium: 55 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>		
16	<b>Literaturhinweise</b>	z. B.:	

Reinhard Busse et al. Management im Gesundheitswesen, 4. Auflage (2017)

Uwe K. Preusker, Lexikon der deutschen Gesundheitssysteme, 6. Auflage (2020)

Roman Grinblat et al., Innovationen im Gesundheitswesen

Busse et al., Das deutsche Gesundheitssystem, 2. Auflage

1	<b>Modulbezeichnung</b> 855580	<b>Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung 3</b> (Fundamentals of biological radiation effects 3)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung Teil 1 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Luitpold Distel PD Dr. Florian Putz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Thema des Moduls ist die strahleninduzierte Krebsentstehung und alle damit in Zusammenhang stehende Mechanismen, die diesen Prozess fördern oder einschränken.</p> <p>Im dritten Teil werden Risiken durch ionisierende Strahlung und andere Risiken der Krebsentstehung besprochen. Akute und chronische durch Strahlung ausgelöste Nebenwirkungen sowie die epidemiologischen Daten von Hiroshima und Nagasaki sowie Tschernobyl werden berichtet. CT-Studien und prospektive Bevölkerungsstudien werden in den Kontext der bestehenden klassischen Studien gesetzt. Die Risiken von Ernährung und Genussmittel werden in Beziehung zu den strahleninduzierten Risiken gesetzt.</p> <p>Das für den Nachweis der verschiedenen Effekte benötigte methodische Vorgehen wird in den Stunden bei Besprechung der jeweiligen Effekte abgehandelt.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erwerben Kenntnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Grundlagen der Strahlenwirkung</li> <li>• der Grundlagen der Krebsentstehung</li> <li>• der akuten und chronischen Nebenwirkungen der Strahlung</li> <li>• der Grundlagen der Risikobetrachtungen</li> <li>• mit denen das Risiko für das Auftreten von strahleninduzierten Tumoren sowie von akuten und chronischen Nebenwirkungen abgeschätzt werden können.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)

		Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skripte, Folien, Arbeitsmaterialien und Literaturverweise sind unter Studon abgelegt: Online-Angebote » 3. Med » 3.2 Klinikum » Strahlenklinik » Lehrstuhlbereich » Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung</li> <li>• Weitere Informationen auf der Homepage der Strahlenklinik: <a href="http://www.strahlenklinik.uk-erlangen.de/lehre/weitere-vorlesungen/biologische-veranstaltungen/grundlagen-der-strahlenbiologie/">http://www.strahlenklinik.uk-erlangen.de/lehre/weitere-vorlesungen/biologische-veranstaltungen/grundlagen-der-strahlenbiologie/</a></li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 22520	<b>Grundlagen der Krankheitserkennung</b> (Basic disease identification)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Grundlagen der Krankheitserkennung (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. rer. biol. hum. Constantin Warter	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. rer. biol. hum. Constantin Warter	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anamnese, körperliche Untersuchung</li> <li>Vitalfunktionen und Vitalparameter</li> </ul> <p>Laboruntersuchungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diagnostische Tests</li> <li>Hämatologie, Klinische Chemie und Immunchemie</li> <li>Medizinische Mikrobiologie, Virologie und Hygiene</li> <li>Zytopathologie, Histopathologie und Pathologische Anatomie</li> </ul> <p>Bildgebung und Bildverarbeitung in der Medizin</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Bildgebung und Datenakquisition</li> <li>Bildverarbeitung und Visualisierung in der Medizin</li> <li>Anwendungsgebiete und Fallbeispiele</li> <li>Konventionelles Röntgen und Durchleuchtung</li> <li>Computer- und Magnetresonanztomographie</li> </ul> <p>Weitere apparative Untersuchungsmethoden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EKG- und Ultraschalluntersuchung des Herzens</li> <li>Kardio-CT und Kardio-MRT</li> <li>Lungenfunktionsprüfungen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden berechnen Sensitivität, Spezifität, negativen und positiven Vorhersagewert; unterscheiden Validität und Reliabilität; entdecken und bewerten Bias; erläutern Praxisprobleme diagnostischer Tests; stellen Kriterien auf für die Kombination von Tests, vergleichen unterschiedliche Tests und hinterfragen Testergebnisse; beurteilen den Stellenwert, Zeitbedarf und Kosten der unter "Inhalte" genannten diagnostischen Tests und klinischen Untersuchungsmethoden.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222 MSc Medical Process Management  WPF MT-MA	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten) Schriftliche Klausur, 60 Minuten
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Leistungspunkte und Noten werden getrennt ausgewiesen.  Klausur (100%), 60%-Bestehensgrenze
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaenzler, N.; Riker, U.: Medizinische Fachbegriffe. Gräfe und Unzer, 2007</li> <li>• Goldmann, D.R.: Praxishandbuch Medizin &amp; Gesundheit. Dorling Kindersley, 2007</li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 505188	<b>Interdisziplinäre Medizin</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Interdisziplinäre Medizin (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Lorenz Breuer Prof. Dr. Harald Mang Prof. Dr. Jonas Mudter Prof. Dr. Horia Sirbu Prof. Dr. Volker Günter Weisbach Prof. Dr. med. Stephan Achenbach Prof. Dr. Sven Kehl PD Dr. Cornelia Erfurt-Berge	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Dr. h. c. Jürgen Schüttler
5	<b>Inhalt</b>	<p>Pneumologie und Thoraxchirurgie</p> <p>Asthma bronchiale; COPD, Pneumonie und Leitlinien; Diagnostik und Therapie des Bronchialcarcinoms; Demonstration von Techniken in der Thoraxchirurgie</p> <p>Gastroenterologie</p> <p>Die Endoskopieabteilung das Herzstück der Gastro-enterologie, inkl. Hospitationen in Kleingruppen</p> <p>Kardiologie und Neurologie</p> <p>Chest Pain Unit, Stroke Unit, Prozess-Reifegradmodell für Schlaganfall und Akutes Koronarsyndrom</p> <p>Psychosoziale Medizin</p> <p>Psychotherapie: Ein gestuftes Versorgungsmodell; Liaisondienst, Psychokardiologie und weitere Anwendungen</p> <p>Transfusionsmedizin</p> <p>Identitätssicherung, Chargendokumentation und Innerbetriebliche Leistungsverrechnung</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden lernen, wie Strukturen und Prozesse für die medizinische Beratung, Diagnostik und Behandlung gestaltet, implementiert und kontinuierlich verbessert werden können. Im Zentrum der Überlegungen stehen dabei die Gesichtspunkte Ressourcenmanagement, Wirtschaftlichkeit, medizinischer Nutzen und Patientenorientierung.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Unterlagen auf StudOn

1	<b>Modulbezeichnung</b> 232733	<b>Introduction to medical physics in radiation therapy</b> (Introduction to medical physics in radiation therapy)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Introduction to medical physics in radiation therapy (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	
5	<b>Inhalt</b>	This module forms the foundation of two additional modules on medical physics in radiation oncology in the summer term. The introductory lecture starts with the basics of the physics of interaction of ionizing radiation with matter and resulting effects in radiation biology including aspects of radiation safety. The focus lies in the workflow of a radiation oncology treatment which is used as a guideline to cover: imaging (CT, MR, PET), treatment planning (medical and physics treatment planning), dosimetric verification of treatment plans, positioning of the patient prior each treatment session using imaging devices, and the treatment itself with a medical linear accelerator.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know the fundamental interactions of ionizing radiation with matter and the radiobiological basis of radiation therapy</li> <li>• Understand the main workflow of radiation therapy, i.e. can describe and explain individual workflow steps such as imaging, treatment planning, treatment delivery</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Oncology Physics, , IAEA, Vienna (2005)  W. Schlegel, C.P. Karger und O. Jäkel: Medizinische Physik: Grundlagen Bildgebung Therapie Technik; ISBN 978-3-662-54800-4	

Peter Metcalfe, Tomas Krone, Peter Hoban: The Physics of Radiotherapy X-Rays from Linear Accelerators, Medical Physics Publishing, 1997

Hanno Krieger: Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes, Springer 2012

Hanno Krieger: Strahlungsquellen für Technik und Medizin, Springer 2013

Hanno Krieger: Strahlungsmessung und Dosimetrie, Springer 2013

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Diagnostic Radiology Physics, IAEA, Vienna (2014)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 845913	<b>Introduction to simulation, network and data analysis in cancer and oncotherapy</b> (Introduction to simulation, network and data analysis in cancer and oncotherapy)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Julio Vera González	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In Cancer Systems Biology quantitative biomedical data from experimental models and patients are investigated using advanced data analysis and computational modelling and simulation of molecular and cell-to-cell interaction networks. The aim is to detect processes deregulated in cancer for understanding their role in cancer progression and development, support cancer drug discovery and personalized treatments.</p> <p>In this lectures series we introduce the basics of bioinformatics and computational modelling in Cancer Systems Biology, and its integration with data and network analysis. The lectures have practical sessions on computer modelling and simulation of cancer.</p> <p>Topics included are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foundations of Cancer Biology</li> <li>• Basics of Cancer Bioinformatics and Systems Biology</li> <li>• High throughput data analysis, integration, and mining in cancer</li> <li>• Computational model calibration, simulation and analysis</li> <li>• ODE models of cancer networks</li> <li>• Boolean models of cancer networks</li> <li>• Multi-level modelling in cancer</li> <li>• Tumor growth models</li> <li>• Pharmacokinetics and pharmacodynamics models in cancer</li> <li>• Tumor epitopes detection and analysis</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Learn computational workflows for bioinformatics and computational modelling applied to cancer</li> <li>• Derive, calibrate, and analyze computational models</li> <li>• Learn methods for making model-based inferences in cancer networks</li> <li>• Derive, calibrate, and simulate computational models for cancer networks, tumor growth models and pharmacokinetics/ pharmacodynamics models</li> <li>• Understand the potential of computational modelling of cancer networks in anticancer therapy discovery</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 165919	<b>Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology</b> (Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Julio Vera González	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Systems Biology is a novel approach, in which quantitative biomedical data are investigated using advanced computational tools for data analysis, modeling and simulation. The ultimate aim is to elucidate the structure and regulation of biochemical networks, giving support in the construction of hypotheses and the design of experiments to biomedical researchers, but also in the interpretation of high throughput patient biomedical data.</p> <p>The targeted audience are master students, PhD students and young post-docs in the area of Medical Engineering, Bioinformatics, Computational Biology and Bioengineering.</p> <p>Course Sections:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the Systems Biology approach</li> <li>2. Biological and biomedical highthroughput data processing and analysis</li> <li>3. Biochemical network reconstruction and analysis</li> <li>4. Mathematical modeling and simulation of biochemical systems</li> </ol>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• After finishing this module, students can explain and analyse the basic concepts and tools for data analysis, network reconstruction and modeling used in systems biology.</li> <li>• They are be able to apply these concepts in the context of real case studies from biomedicine.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 47697	<b>Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie I (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Julio Vera González	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Julio Vera González	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In this subject the students will be introduced to new approaches in medical systems biology. Medical systems biology aims to simulate, to analyse and to discuss biomedical mathematical models. This is a multidisciplinary approach to understand biomedical systems. The following skills are expected from a student that has accomplished this subject.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Literature research and discussion as well as performing a critical view of a topic.</li> <li>• The ability to summarize and simplify broad biological information into a theoretical framework.</li> <li>• To create and to simulate a mathematical model.</li> <li>• To discuss the results from an in silico exercise and conclude biological insights from the model.</li> </ul> <p>We evaluate these skills applying the principles of learning-by-doing.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students are faced to a real problem in biomedicine that they should solve and discuss in a report. The following learning goals should be satisfied to perform this exercise.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Learning the basic concepts of molecular biology.</li> <li>• Understanding the principles of systems biology and mathematical modeling.</li> <li>• Applying the concepts of molecular biology to a specific biomedical problem to propose a theoretical framework.</li> <li>• Analyse a real problem in biomedicine and propose a workflow to solve it.</li> <li>• Evaluate the literature to enrich the biomedical knowledge of the theoretical framework.</li> <li>• Create a mathematical model out of the theoretical framework to solve a biomedical problem</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47688	<b>Lab class on medical physics in radiation therapy</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Lab class on medical physics in radiation therapy (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	
5	<b>Inhalt</b>	The lab class consists of 5 lab sessions using the medical devices of the Department of Radiation Oncology of the University Clinic (Strahlenklinik, Universitätsklinikum Erlangen). The devices (medical linear accelerator, imaging such as CT or MRT, quality assurance equipment, ) are used for patient treatment each day. In the lab (typically starting late afternoon due to the patient treatments) the devices will be used to perform typical workflows and/or quality assurance procedures. Each lab session is performed in a group of 2-3 students.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students</p> <p>operate medical devices such as linear accelerators or CTs to acquire data as part of quality assurance routines or of phantoms</p> <p>analyse the measured data by applying the knowledge they gained by preparing for the lab and/or the lecture of MEDPHYS-I</p> <p>report their findings in a structured lab report</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	This module is based on module Introduction to medical physics in radiation therapy (MEDPHYS-I) and can only be attended after successful attendance of MEDPHYS-I	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Hoisak et al. Surface Guided Radiation Therapy, CRC Press	

AAPM Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators (2009)

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy: An international Code of Practice for Dosimetry Based Standards of Absorbed Dose to Water, Technical Reports Series No. 398, IAEA, Vienna (2000)

Schlegel, Karger, Jäkel: Medizinische Physi, Springer 2018

1	<b>Modulbezeichnung</b> 355271	<b>Medical Physics in Nuclear Medicine</b> (Medical physics in nuclear medicine)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Medical Physics in Nuclear Medicine (SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Philipp Ritt	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Philipp Ritt
5	<b>Inhalt</b>	<p>With this module, participating students should increase and consolidate their knowledge and understanding of medical physics in the field of Nuclear Medicine.</p> <p>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).</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>They acquire differentiating criteria and quality metrics for image data and use them for assessing reconstruction- and correction methods of PET and SPECT.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>The students translate theory, principle, and rationale of quality assurance of imaging devices to practice and explain the underlying effects.</p>

		With help of rules and standards, the students understand principles and core of radiation protection and apply these to the field of Nuclear Medicine.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Competences:</p> <p>The students acquire professional and methodical competences in the following aspects:</p> <p>They are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand and apply the physical principles of nuclear medicine</li> <li>• differentiate the multiple approaches of spatially resolved photon detection and apply them to 3-D emission tomography (PET, SPECT)</li> <li>• explain and differentiate multiple reconstruction methods such as e.g. back-projection and iterative reconstruction</li> <li>• distinguish the most important image-influencing effects (partial volume, attenuation, scattering) and outline according correction methods</li> <li>• characterize multimodal imaging devices (e.g. SPECT/CT, PET/CT), name and assess their pros and cons</li> <li>• describe and differentiate the most important clinical and pre-clinical applications of emission tomography</li> <li>• deduce and apply methods for image based dosimetry in Nuclear Medicine therapies</li> <li>• name appropriate quality control procedures of imaging devices and characterize/differentiate the underlying effects</li> <li>• report the legal and methodical principles of radiation protection and apply them to the field of Nuclear Medicine</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch



1	<b>Modulbezeichnung</b> 94385	<b>Medizinische Biotechnologie (Vertiefung)</b> (Focus Module: Medical Biotechnology)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vertiefung Medizinische Biotechnologie (3 SWS) Übung: Übung Vertiefung Medizinische Biotechnologie (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dominik Schneidereit Michael Haug Dr. Martin Vielreicher PD Dr. Daniel Gilbert Prof.Dr.Dr. Oliver Friedrich PD Dr.habil. Sebastian Schürmann Prof. Dr. Bärbel Kappes Katja Steinbach Daniela Dunst	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.Dr. Oliver Friedrich	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Vertiefung wissenschaftlicher Methoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelluläre Ionenkanäle (patch clamp, voltage clamp)</li> <li>• Molekulare dynamische Proteinwechselwirkung (molekulare Motoren)</li> <li>• Multiphotonenmikroskopie</li> <li>• Bildverarbeitung, Informationsextraktion, Cell Signalling</li> <li>• Methoden zur Beurteilung von Muskelperformance</li> <li>• Zelluläre Mechanismen von Malaria</li> <li>• Hochdruckbiologie erregbarer Zellen</li> <li>• Prothetik des Bewegungsapparates</li> <li>• Methoden des intraoperativen Monitorings, z. B. Herz-OPs</li> <li>• Entwicklung von Alternativmethoden zu Tierversuchen für industrielle Anwendungen</li> <li>• Blick hinter die Kulisse eines Papers wie ein Paper entsteht (Studiendesign)</li> <li>• Gentechnisch hergestellte Hochleistungs-Materialien für die Medizin</li> </ul> <p>Focus on scientific procedures, techniques and technologies:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cellular ion channels (patch clamp, voltage clamp)</li> <li>- molecular, dynamic protein interactions (molecular motors, motility assays)</li> <li>- muscle performance diagnostics, biomechanical/biomechatronics procedures</li> <li>- cellular fluorescence microscopy, multiphoton microscopy, image processing of cellular image data, information extraction, cell signalling</li> <li>- methods to estimate muscle performance and training</li> </ul>	



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- cellular mechanisms of malaria and malaria biotechnology</li> <li>- high pressure bioscience and biology of excitable cells, high pressure biotechnology</li> <li>- prosthetics of the musculo-skeletal apparatus <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methods of intraoperative monitoring and telemetry</li> <li>• Development of alternatives for animal experiments for industrial applications</li> </ul> </li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefen Techniken und Methoden zur Erforschung zellulärer Abläufe</li> <li>• verfügen über vertiefende Fach- und Methodenkompetenzen aus dem Gebiet der medizinischen Biotechnologie</li> <li>• sind mit aktuellen Forschungsrichtungen der Zellbiologie und molekularen Technik vertraut</li> <li>• können Informationen aus mikroskopischen Bilddaten extrahieren</li> <li>• verfügen über medizinisches Hintergrundwissen zu ausgewählten Krankheitsbildern</li> <li>• können die einzelnen Schritte von Studienplanung bis zur Veröffentlichung einer Fragestellung nachvollziehen</li> <li>• erlernen softskills zur Studiendesign, -Daten und Ergebnisextraktion aus einer wissenschaftlichen Publikation und Präsentation im Plenum (auf Englisch)</li> </ul> <p>Students will learn to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analyse specific questions within the topics and to apply the appropriate technologies to answer scientific problems by dissecting sub-solutions and develop process-oriented strategies</li> <li>• extract evidence-based information and contexts from scientific publications related to a focussed problem within the topics, to transfer the concepts to more general questions in the field and to assess advantages and limitations of techniques</li> <li>• develop strategies for the conception of new and combined processes within the discussed topics</li> <li>• aquire and apply soft skills (UE); to independently extract information from specialised scientific papers and to prepare the contents in a short-presentation in front of the course group</li> <li>• evaluate and assess experimental results in scientific publications and to critically question conclusions drawn from experiments</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MBT Kernfach</li> <li>• Kenntnisse zu Molekularbiologie, Gentechnik und Molekulare Medizin</li> </ul>

		Prerequisites:  Bachelor study course in Medical Technologies, Biomedical Engineering, or similar
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 70 h Eigenstudium: 80 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Literatur wird im Skript jeweils als urls oder Papers markiert.  See papers referenced in the skripts.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47674	<b>Movement Neuroscience: Connections between Brain and Muscles in Humans</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Movement Neuroscience: Connections between the Brain and Muscles in Humans (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio
5	<b>Inhalt</b>	<p>Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering</p> <p>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.</p> <p>Module: Electrophysiology</p> <p>Generation of an action potential, difference between intracellular and extracellular action potential, sparsity of the action potential in a matrix of electrodes.</p> <p>Module: Generation of EMG signals and analysis</p> <p>Recording electrophysiological data in humans; examples of EMG and EEG recordings.</p> <p>Module: Oscillations in neuronal networks</p> <p>Coherence analysis; Common synaptic input to populations of neurons; Noise in the nervous system; Associations between EEG and EMG signals; Startle responses</p> <p>Module: Simulation of muscle forces from the firing of individual motoneurons</p> <p>Motor unit model, HodgkinHuxley model, Muscle Properties</p> <p>Module: EMG signals in Neural Pathologies</p> <p>Parkinsons and Spinal Cord Injury, Motor unit analysis in neurodegenerative and neurotraumatic diseases.</p> <p>Module: MATLAB / Python practical coursework</p> <p>Extraction of neural information from electrophysiological signals; associations of information between electrophysiological signals and behavioural data; Experiment in humans.</p>

6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	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 Parkinsons disease).
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	No compulsory prerequisites. <b>Recommended:</b> Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Oral examination
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%) Oral examination 100%
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	- Tutorial: Analysis of motor unit discharge characteristics from high-density surface EMG signals, Del Vecchio et al. <a href="https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426">https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426</a>  -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

-Ibanez et al. 2021 J Neurosci [https://doi.org/10.1523/  
JNEUROSCI.2908-20.2021](https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2908-20.2021)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96835	<b>Seminar und Praktikum Biosignalverarbeitung</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar und Praktikum zur Biosignalverarbeitung (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Clemens Forster Prof.Dr.Dr. Ulrich Hoppe	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl.Prof.Dr. Clemens Forster	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Es werden verschiedene klinisch orientierte Methoden vorgestellt, mit denen verschiedene Vitalparameter am Menschen erfasst werden. Dazu werden zunächst die theoretischen Grundlagen im Seminar mittels Referaten vorgestellt. Anschließend werden im Praktikum entsprechende Versuche und Messungen durchgeführt. Zu jedem Praktikum muss eine Ausarbeitung (Praktikumsbericht) erstellt werden, in der Ergebnisse und Beobachtungen mit gängigen Methoden der Signalverarbeitung weiter analysiert und diskutiert werden.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Inhalt des Seminars: Vorstellung klinisch relevanter Biosignale, Verfahren zu deren Ableitung und Weiterverarbeitung. In 7 Praktikumsnachmittagen werden Versuche und Messungen an den Teilnehmern durchgeführt und die abgeleiteten Signale sollen anschließend mit verschiedenen Verfahren nachbearbeitet werden. Folgende Versuche sind vorgesehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung des EKG. Auswertung dazu: Einfluss von Abtastfrequenz und Filtereinstellung, Detektion und Eliminierung von Störungen, QRS-Detektion und Analyse von Spätpotentialen.</li> <li>• Nerv- und Muskelsignale: Ableitung von EMG und ENG zur Bestimmung der Nervenleitgeschwindigkeit. Prinzip der elektrischen Stimulation von Nerv und Muskel.</li> <li>• Spirometrie: Atemvolumina und deren Messung mittels Spirometrie. Messung des Atemwegswiderstandes und dessen Abhängigkeit von der Atemstellung. Automatische Bestimmung der gesuchten Größen.</li> <li>• Kreislauf: Messung des Blutdrucks nach Riva-Rocci, mittels automatischen Geräten und kontinuierlich. Analyse der Blutdruckregelung bei Belastung (Orthostase, körperliche Anstrengung). Analyse der Herzfrequenz in Abhängigkeit von der Atmung. Herzratenvariabilität.</li> <li>• EEG: Ableitung eines EEG. Klassifikation hinsichtlich der Frequenzanteile. Ableitung und Auswertung ereigniskorrelierter Potentiale im EEG.</li> <li>• Otoakustische Emissionen (OAE): Auslösen und Registrieren von OAE bei verschiedenen Lautstärken. Analyse von OAE.</li> <li>• Demonstration verschiedener Geräte und Verfahren zur Untersuchung am Patienten: Sensorische und akustische Schwellenmessungen, Gleichgewichtsregulation, Untersuchung der Farbempfindung, Gesichtsfeldmessung (Perimetrie).</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker, Naturwissenschaftler und Ingenieure
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47689	<b>Special topics of medical physics in radiation therapy</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Special topics of medical physics in radiation therapy (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The lecture within the module focuses on special subjects of medical physics in radiation oncology.</p> <p>Among them are management of organ motion (focusing on respiratory motion) in imaging and treatment, brachytherapy, i.e. treatment based on sealed radioactive materials that are inserted into/close to the target volume, and ion beam therapy, i.e. the treatment using protons or carbon ions which required a dedicated infrastructure w.r.t. treatment delivery but also treatment planning.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students can explain the main challenges related to organ motion in planning and delivery of radiation therapy can explain and sketch the main technical and medical physics workflow of an ion beam therapy transfer the knowledge gained of organ motion in photon therapy to ion beam therapy report the workflow and the medical physics principles of brachytherapy.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	This module is based on module Introduction to medical physics in radiation therapy (MEDPHYS-I) and can only be attended after successful attendance of MEDPHYS-I	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Schlegel, Karger, Jäkel: Medizinische Physi, Springer 2018  Strnad, Pötter, Kovacs: Practical Handbook of Brachytherapy, Uni-Med Verlag 2014	



Linz: Ion Beam Therapy, Springer 2012

Ott, Issels, Wessalowski: Hyperthermia in Oncology - Principles and Therapeutic Outlook, Uni-Med 2010

# Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47685	<b>Advanced machine learning for anomaly detection</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Advanced Machine Learning for Anomaly Detection (2 SWS) yes for presentations	-
3	Lehrende	Mischa Dombrowski Prof. Dr. Bernhard Kainz Johanna Müller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Bernhard Kainz	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Anomaly and out-of-distribution detection is becoming an important new paradigm in machine learning. We will discuss recent approaches in the area and critically analyse research papers.</p> <p>Syllabus This is a journal club style seminar about recent research results. Students will present different state-of-the-art anomaly detection approaches in various domains and are expected to join the weekly discussion round.</p> <p>Human-in-the-Loop Machine Learning describes processes in which humans and Machine Learning algorithms interact to solve one or more of the following:</p> <p>Making Machine Learning more accurate Getting Machine Learning to the desired accuracy faster Making humans more accurate Making humans more efficient</p> <p>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 student-led lectures delivered by 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).</p> <p>Topics covered will include but are not limited to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• generative model</li> <li>• self-supervised methods</li> <li>• deep representation learning</li> <li>• self-organising systems</li> <li>• Active Learning Strategies</li> <li>• Uncertainty Sampling</li> <li>• Diversity Sampling</li> <li>• Annotating Data for Machine Learning</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Who are the right people to annotate your data?</li> <li>• Quality control for data annotation</li> <li>• User interfaces for data annotation</li> <li>• Transfer Learning and Pre-Trained Models</li> <li>• What are Embeddings?</li> <li>• What is Transfer Learning?</li> <li>• Adaptive Learning</li> <li>• Machine-Learning for aiding human annotation</li> <li>• Advanced Human-in-the-Loop Machine Learning</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• perform their own literature research on a given subject</li> <li>• independently research this subject</li> <li>• present and introduce the subject to their student peers</li> <li>• give a scientific talk in English according to international conference standards</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	You should have very solid programming skills and have knowledge in machine learning, deep learning and computer vision methods.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 685184	<b>Advanced medical imaging for Clinical Navigation using Smart Devices</b> (Advanced medical imaging for Clinical Navigation using Smart Devices)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar: Advanced Medical Imaging (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Björn Heismann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 750143	<b>Advanced Seminar on Medical Electronics and Systems for Ambient Assisted Living AAL</b> (Advanced seminar on medical electronics and systems for ambient assisted living AAL)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Advanced Seminar on Medical Electronics and Systems for Ambient Assisted Living AAL (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Benedict Scheiner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>During the seminar current issues in the field of "Modern concepts in medical electronics" will be discussed. After a joint briefing the students will independently work on the chosen topic under the guidance of a supervisor. The results are summarized in a four-page seminar thesis.</p> <p>The main task of the seminar is a 30 minute presentation of each student. A discussion with the listeners concludes the seminar. Attendance during the whole workshop day is mandatory for passing the seminar.</p> <p>Topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electronics for medical diagnostics and therapy</li> <li>• Electronics based human assistance systems</li> <li>• Electronic systems for AAL Ambient Assisted Living</li> <li>• Electronical Systems incorporating Microsystem Components (MEMS)</li> <li>• BAN body area networks</li> <li>• Coupling of medical electronic systems to Patient health record data bases</li> <li>• Near body Energy Harvesting and Scavenging</li> <li>• Circuit design for microwave based blood analysis</li> <li>• MEMS Lab-on-chip</li> <li>• Vital parameter supervision</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students will acquire basic knowledge in research, topics preparation and presentation techniques.</li> <li>• Students will focus on technical issues for a given topic in the field of medical electronics.</li> <li>• Students will independently deepen a technical issue on a concrete example.</li> <li>• Students will learn the ability to familiarize themselves with unknown problems and to present the results.</li> <li>• Students will achieve the ability to formulate questions as a active listener and to discuss technical issues.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar Medizintechnik und Medizinethik Master of Science Medizintechnik 2013	

		M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47672	<b>Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.med. Thomas Mehari Kinfe Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio Daniela Souza de Oliveira	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio Prof.Dr.med. Thomas Mehari Kinfe
5	<b>Inhalt</b>	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.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung



		Presentation and paper. The students will give a scientific presentation in English.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%) Presentation: 50%, paper: 50%.
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>-Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD</p> <p>-Neural Engineering, Edited by Bin He</p> <p>-Restoring sensorimotor function through intracortical interfaces: progress and looming challenges, Bensmaia and Miller</p> <p><a href="https://www.nature.com/articles/nrn3724">https://www.nature.com/articles/nrn3724</a></p> <p>Burst Motor Cortex Stimulation Evokes Sustained Suppression of Thalamic Stroke Pain: A Narrative Review and Single-Case Overview. Martin Nüssel, Melanie Hamperl, Anna Maslarova, Shafqat R Chaudhry, Julia Köhn, Andreas Stadlbauer, Michael Buchfelder, Thomas Kinfe. Pain Ther. 2020. doi: 10.1007/s40122-020-00221-0. Impact factor 5.6</p> <p>Burst spinal cord stimulation: Review of preclinical studies and comments on clinical outcomes. Krishnan Chakravarthy, Alex Kent, Adil Reza, Fangfang Xing, Jeff Kramer, Lawrence Poree and Thomas M. Kinfe Neuromodulation Neuromodulation. 2019;22(3):235-243.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47648	<b>Biomaterialien für Medizintechniker</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Medizintechnische Kernkompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013 M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47613	<b>Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Dario Zanca	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Dario Zanca	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Contents</p> <p>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 eyes 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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>After completing the module, students will</p> <p>be able to describe an eye-tracking experimental setup and how to work with eye-tracking data.</p> <p>be able to explain the common eye-tracking data analysis techniques.</p> <p>be able to explain the state-of-the-art saliency and scanpath models to predict human visual attention.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Itti, L., Koch, C., &amp; Niebur, E. (1998). A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis. <i>IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence</i>, 20(11), 1254-1259.</p> <p>Borji, A., &amp; Itti, L. (2012). State-of-the-art in visual attention modeling. <i>IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence</i>, 35(1), 185-207.</p> <p>Judd, T., Ehinger, K., Durand, F., &amp; Torralba, A. (2009, September). Learning to predict where humans look. In <i>2009 IEEE 12th international conference on computer vision</i> (pp. 2106-2113). IEEE.</p> <p>Zanca, D., &amp; Gori, M. (2017, December). Variational laws of visual attention for dynamic scenes. In <i>Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems</i> (pp. 3826-3835).</p> <p>Zanca, D., Melacci, S., &amp; Gori, M. (2019). Gravitational laws of focus of attention. <i>IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence</i>, 42(12), 2983-2995.</p> <p>Zanca, D., Gori, M., Melacci, S., &amp; Rufa, A. (2020). Gravitational models explain shifts on human visual attention. <i>Scientific Reports</i>, 10(1), 1-9.</p> <p>Bellet, M. E., Bellet, J., Nienborg, H., Hafed, Z. M., &amp; Berens, P. (2019). Human-level saccade detection performance using deep neural networks. <i>Journal of neurophysiology</i>, 121(2), 646-661.</p> <p>Piu, P., Serchi, V., Rosini, F., &amp; Rufa, A. (2019). A cross-recurrence analysis of the pupil size fluctuations in steady scotopic conditions. <i>Frontiers in neuroscience</i>, 13, 407.</p> <p>Zénon, A. (2017). Time-domain analysis for extracting fast-paced pupil responses. <i>Scientific reports</i>, 7(1), 1-10.</p> <p>Bargagli, A., Fontanelli, E., Zanca, D., Castelli, I., Rosini, F., Maddii, S., ... &amp; Rufa, A. (2020). Neurophthalmologic and Orthoptic Ambulatory Assessments Reveal Ocular and Visual Changes in Patients With Early Alzheimer and Parkinson's Disease. <i>Frontiers in Neurology</i>, 11.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 152989	<b>Cognitive Neurowissenschaften</b> (Cognitive neuroscience)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Christian Alzheimer apl.Prof.Dr. Clemens Forster	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Hirnforschung gehört zu den am schnellsten wachsenden Forschungsgebieten. Dies hat sie unter anderen auch den modernen bildgebenden Verfahren zu verdanken, mit denen in-vivo-Einblicke in die Funktion des Hirns möglich sind, wie sie bis vor einigen Jahrzehnten noch undenkbar waren. Basierend auf solchen Untersuchungsmethoden wird inzwischen fast täglich in den Medien über neue „Erkenntnisse“ zur Funktion des Gehirns berichtet. Häufig werden darauf basierend Schlussfolgerungen gezogen, um normales (physiologischen) bzw. verändertes (pathophysiologischen?) Verhalten oder Empfinden in bestimmten Situationen zu begründen.</p> <p>Wir wollen uns mit diesen Methoden und davon abgeleiteten neurowissenschaftlichen Erkenntnissen anhand von aktuellen Artikeln beschäftigen, die von den Teilnehmern vorgestellt werden und dann gemeinsam diskutiert werden. Dabei sollen neben dem Neuroimaging aber auch andere Untersuchungsmethoden angesprochen werden, die in den kognitiven Neurowissenschaften angewendet werden. Im Folgenden sind einige mögliche Themen in diesem Wahlfach vorgeschlagen, das interdisziplinär von Kollegen aus der Neurologie, Psychiatrie, Informatik und Physiologie angeboten wird. Es können aber auch andere Themen besprochen werden, die sich im Laufe des Seminars ergeben.</p> <p><b>Themenbeispiele:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Axone, Synapsen, Neurone - eine kurze Einführung in die Funktion der Elemente des Gehirns.</li> <li>• Wie funktioniert die "funktionellen Bildgebung" des Gehirns? Vorteile - Nachteile der einzelnen Verfahren, Grenzen</li> <li>• Wie funktioniert Lernen, wie entsteht das Gedächtnis?</li> <li>• Warum vergessen wir, wie entsteht Demenz?</li> <li>• Warum werden wir süchtig, was machen Rauschmittel im Gehirn?</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lassen sich Gefühle und Emotionen mit funktioneller Bildgebung darstellen?</li> <li>• Gibt es eine "Schmerzmatrix", wenn ja, was für eine Bedeutung hat sie?</li> <li>• Ich weiss, was Du tust! Das Spiegelneuronensystem.</li> <li>• Bewusste und unbewusste Steuerung der Motorik (Goodale und Millner).</li> <li>• Globale Modelle der Hirnfunktion: McLean und spätere.</li> <li>• "Descartes Irrtum" (Damasio): Revival der James-Lange Hypothese der Empfindungen?</li> <li>• Weibliches und männliches Gehirn – nur anatomische Unterschiede?</li> <li>• Wie entsteht Bewusstsein?</li> <li>• Was beweisen die Libet-Experimente?</li> <li>• Erklärungslücke zwischen Geist und Gehirn: Qualia und der philosophische Zombie.</li> <li>• Bewusstseinskorrelate der Neurophysiologie: das Bindungsproblem und der 40 Hz Rhythmus.</li> <li>• Sichtbares Bewusstsein: Wie produziert das Hirn Farben und optische Täuschungen?</li> <li>• Das räumliche Gehirn: Störungen der Raumorientierung und Neglect.</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47661	<b>Digital Psychology Lab</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Digital Psychology Lab (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Veronika König Robert Richer Luca Abel Prof. Dr. Nicolas Rohleder	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier Katharina Jäger Robert Richer Prof. Dr. Nicolas Rohleder
5	<b>Inhalt</b>	<p>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 Synergieeffekte optimal zu nutzen. Die Studierenden sollen ihre individuellen Kompetenzen, die sie während des Studiums erlernt haben, in interdisziplinären Teams einsetzen, um voneinander zu profitieren.</p> <p>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.</p> <p>Zu den behandelten Themen gehören unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über aktuelle Themen auf dem Gebiet des maschinellen Lernens und der Datenanalyse für die Stressforschung</li> <li>• Beste Praktiken für Präsentation und Ausarbeitung wissenschaftlicher Ergebnisse</li> <li>• Beste Praktiken für hypothesengeleitete Planung und Durchführung von Experimental- und Feldstudien</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sollen ein Verständnis für die aktuellen Entwicklungen an der Schnittstelle zwischen digitaler Gesundheit und Psychologie entwickeln.</li> <li>• Die Studierenden lernen, ein Thema im Kontext der digitalen Gesundheitspsychologie selbständig zu recherchieren und zu präsentieren</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen, Chancen, Herausforderungen und Grenzen des maschinellen Lernens und der digitalen Gesundheit in der Psychologie zu identifizieren.</li> <li>• Die Studierenden werden die Fähigkeit entwickeln, relevante Literatur zu identifizieren und zu verstehen und ihre Ergebnisse strukturiert zu präsentieren.</li> <li>• Die Studierenden lernen, Implementierungs- und Validierungsergebnisse in Form einer Präsentation und einer wissenschaftlichen Arbeit zu präsentieren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar Medizintechnik und Medizinethik Master of Science Medizintechnik 2013 M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 93174	<b>Fantastic datasets and where to find them</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Fantastic datasets and where to find them (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	René Groh Prof. Dr. Andreas Kist	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Kist
5	<b>Inhalt</b>	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.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>Die Studierenden eignen sich breites Wissen über (biomedizinische) Datensätze an und wie diese erstellt werden</p> <p>Verstehen</p> <p>Durch die Veranstaltung können Studierende Beispiele für verschiedene Modalitäten wiedergeben und Vor- und Nachteile der Datensätze beschreiben</p> <p>Anwenden</p> <p>Durch den Kurs können Studierende die Qualität eines Datensatzes einordnen und einteilen.</p> <p>Analysieren</p> <p>Durch den gehaltenen Vortrag sind Studierende in der Lage Datensätze eigenständig zu charakterisieren.</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <p>Studierende sind in der Lage in ihrem Vortrag Datensätze einzustufen und zu kritisieren.</p> <p>Erschaffen</p> <p>Studierende erhalten einen umfassenden Einblick welche Kriterien wichtig sind in der Konstruktion neuer Datensätze.</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p>

		<p>Studierende lernen einen Datensatz in einem strukturierten Vortrag darzustellen.</p> <p>Selbstkompetenz</p> <p>Studierende erhalten die Möglichkeit mit eigenen Worten effektive Kommunikation zu erlernen.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 30 h</p> <p>Eigenstudium: 45 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97770	<b>Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation</b> (Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Lukas Meyer Adam Kalisz Prof. Dr. Jörn Thielecke	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Sommersemester: Radio-/ Hochfrequenz-Identifikationssysteme (RFID)</b></p> <p>Das Themenspektrum des Seminars im Sommersemester besitzt als Schwerpunkt die Bereiche Radio-/Hochfrequenz-Identifikationssysteme (RFID) und Telemetrie. Während des ersten Seminartermins werden den Studierenden Betreuer und Themen zugeteilt, wobei die Themen im Forschungsbereich des jeweiligen Betreuers liegen. Mit Unterstützung des Betreuers wird ein 30-minütiger Vortrag ausgearbeitet, der im Laufe des Seminars vorgetragen werden muss. Zusätzlich ist eine sechsstufige Ausarbeitung zu schreiben, die wissenschaftlichen Gesichtspunkten genügen muss. Ein fünfminütiger Probevortrag bietet die Möglichkeit, vor dem eigentlichen Vortrag eine Rückkopplung über den eigenen Vortragsstil zu erhalten und die Zielsetzung des Seminars besser zu verstehen. Probevorträge und die Vorträge selbst (30 Min.) werden mit der Kamera aufgezeichnet, um anschließend den Vortragsstil besser diskutieren zu können.</p> <p><b>Wintersemester: Roboternavigation</b></p> <p>Thematisch befasst sich das Seminar mit der Navigation von Robotern bis hin zum autonomen Fahren von Autos, z.B. pilotiertem Fahren. Themenschwerpunkte können beispielsweise sein: Sensoren, GPS, Trägheitsnavigation, laserbasierte Navigation, kamerabasierte Navigation, Sensordatenfusion, Filtermethoden, automatisierte Kartenerstellung, Simultaneous Localization and Mapping, maschinelle Lernverfahren oder Wegeplanung. Für das Seminar werden circa 10 aktuelle Themen aus diesen Bereichen ausgewählt, die von den Studierenden bearbeitet werden können.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>1. Sie sollen lernen, sich ein wissenschaftliches Thema selbständig zu erarbeiten und eine didaktisch durchdachte Präsentation vorzubereiten.</p> <p>2. Sie sollen lernen unter Einhaltung von Zeitvorgaben, Ihre Erkenntnisse publikumsangepasst zu vermitteln.</p>

		<p>3. Sie sollen Ihre verbale sowie nonverbale Kommunikation weiterentwickeln.</p> <p>4. Sie sollen ansatzweise lernen, wie eine wissenschaftliche Veröffentlichung aussehen sollte.</p> <p>Selbstkompetenz Fähigkeit und Bereitschaft, sich weiterzuentwickeln und das eigene Leben eigenständig und verantwortlich im jeweiligen sozialen, kulturellen bzw. beruflichen Kontext zu gestalten, Selbstkritische Einschätzung des Kompetenzniveaus bei der Vor- und Nachbereitung von Lehrveranstaltungen. Selbstkritische Bewertung der Studienleistungen.</p> <p>Sozialkompetenz Der Absolvent ist in der Lage, zielorientiert mit seinen Kommilitonen sowie externen Fachleuten und fachfremden Dritten zusammenzuarbeiten. Hierbei ist er in der Lage, fachliche und soziale Situationen zu erfassen, sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen sowie dadurch seine Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92508	<b>Hauptseminar Cognitive Science in Engineering</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar "Cognitive Science in Engineering" (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Chenxu Hao	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Dr. Chenxu Hao
5	<b>Inhalt</b>	In the seminar, students will analyze, present. and discuss recent research topics in Cognitive Science and Engineering. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of Cognitive Science in Engineering. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 785184	<b>Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Alexander Hensel Felix Funk	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Der Zweck des Seminars ist die selbstständige Ausarbeitung eines wissenschaftlichen Referats zu einem vorgegebenen Thema aus dem oben genannten Bereich zu erlernen.</p> <p>Hierbei steht im Fokus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen in einem Spezialgebiet in kurzer Zeit aneignen</li> <li>• Erfahrungen sammeln im freien Vortrag (20 Minuten) und in der Diskussionsrunde (5-10 Minuten)</li> <li>• Schriftliche Ausarbeitung zum Vortrag in einem vorgegebenem Template (2 Seiten)</li> </ul> <p>Bewertungskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliche Korrektheit</li> <li>• Vortragsstil (freie Rede, Formulierung, Auftreten, Qualität des unterstützenden Materials)</li> <li>• Einhaltung der Redezeit</li> <li>• Selbstständiges Arbeiten</li> <li>• Kommunikation und effiziente Kooperation mit dem Betreuer</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 607629	<b>Hauptseminar Messtechnik</b> (Advanced seminar Manufacturing metrology)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Ablauf des Seminars*</p> <p>[*1. Voranmeldung StudOn*]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Anmeldung zum Hauptseminar erfolgt in der Regel am Anfang des Semesters. Ausnahmen sind möglich.</li> <li>◦ Hierfür wird eine Liste der Seminarthemen mit zugeordnete StudOn-Gruppen bereit gestellt.</li> <li>◦ Die Anmeldung zu einem bestimmten Thema erfolgt durch selbstständige Anmeldung zur zugeordneten StudOn-Gruppe.</li> <li>◦ Kontakt mit dem Betreuer innerhalb der ersten Woche nach anmeldung notwendig.</li> <li>◦ Klärung von Ziel, Auftrag und Kontext.</li> <li>◦ Recherche, Auswahl der Informationen.</li> <li>◦ Grobe Ablaufplanung der Präsentation (Begrüßung und Themenübersicht, Einstieg ins Thema, Transport der Inhalte, Themenbegrenzung), Ausstieg, Fragen und Diskussion).</li> <li>◦ 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).</li> <li>◦ Erstellen der Präsentation (Vorlage auf StudOn beachten).</li> <li>◦ Terminplan der Präsentationen wird vom Koordinator festgelegt und per E-Mail mitgeteilt (Termine sind in der Regel gegen Ende der Vorlesungszeit). Ausnahmen sind möglich.</li> <li>◦ Termin zur Abgabe der Präsentation: eine Woche vor dem Präsentationstermin.</li> <li>◦ Durchführung der Präsentation (Präsentationsdauer 20 min. + 10 min. Diskussion)</li> <li>◦ Teilnahme an 5 weiteren Vorträgen.</li> <li>◦ Notenbekanntgabe direkt nach der Präsentation.</li> <li>◦ Koordinator schickt den ausgestellten Schein direkt an das Prüfungsamt.</li> <li>◦ Auf Anfrage Feedback vom Betreuer (sofern gewünscht).</li> </ul> </li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlangen grundlegender Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken,</li> </ul>	



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema,</li> <li>• vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels der Fertigungsmesstechnik,</li> <li>• erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren,</li> <li>• erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren und technische Sachverhalte zu diskutieren,</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47671	<b>Interpretation and Analysis of Neural and Muscle Signals (BioSignalls)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Interpretation and Analysis of Neural and Muscle Signals (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio Prof. Seung Hee Yang	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio Prof. Seung Hee Yang	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Lecture: Fundamentals of speech signals, electrocardiogram, and electromyography.</p> <p>Lecture: Principles of neural signals</p> <p>Generation of an action potential; Recording electrophysiological data in humans; examples of EMG, EEG, intracortical data, and audio signals.</p> <p>Lecture: Speech signals and processing</p> <p>Lecture: ECG signal and processing</p> <p>Lecture: EMG signal and processing</p> <p>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.</p> <p>Lecture: MATLAB / Python practical coursework</p> <p>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.</p> <p>Extraction of neural information from speech and ECG signals, electrophysiological signals, and data mining and neural network model training on these signals.</p> <p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	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.	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	No compulsory prerequisites. <b>Recommended:</b> Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung Presentation and paper.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%) Presentation: 50%, paper: 50%.
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	-Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD  -Motor unit from Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087  -Neural Engineering, Edited by Bin He  - Tutorial: Analysis of motor unit discharge characteristics from high-density surface EMG signals, Del Vecchio et al. <a href="https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426">https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426</a>  - Restoring sensorimotor function through intracortical interfaces: progress and looming challenges, Bensaïa and Miller  <a href="https://www.nature.com/articles/nrn3724">https://www.nature.com/articles/nrn3724</a>

- *Speech and Language Processing*, 2nd Edition by Daniel Jurafsky and James Martin. Prentice Hall (2008).

- *Automatic Speech Recognition: A Deep Learning Approach (Signals and Communication Technology)*. 2015th Edition by Li Deng

- Alday, Erick A. Perez, et al. "Classification of 12-lead ecgs: the physionet/computing in cardiology challenge 2020." *Physiological measurement* 41.12 (2020): 124003.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6579/abc960/meta>

- Orozco-Arroyave, Juan Rafael, et al. "Apkinson: the smartphone application for telemonitoring Parkinson's patients through speech, gait and hands movement." *Neurodegenerative Disease Management* 10.3 (2020): 137-157.

<https://www.futuremedicine.com/doi/full/10.2217/>

[nmt-2019-0037?casa\\_token=FLKpZKgV3WcAAAAA](https://www.futuremedicine.com/doi/full/10.2217/nmt-2019-0037?casa_token=FLKpZKgV3WcAAAAA)

[%3ApZ7cX9gMQL50cO0Z\\_sosJPfVQ\\_KIVjsvRWoaMITqRgXYkyP8N3KBmQotGPiYnOnj843qs7CWQ](https://www.futuremedicine.com/doi/full/10.2217/nmt-2019-0037?casa_token=FLKpZKgV3WcAAAAA%3ApZ7cX9gMQL50cO0Z_sosJPfVQ_KIVjsvRWoaMITqRgXYkyP8N3KBmQotGPiYnOnj843qs7CWQ)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47647	<b>Interventionelle und Diagnostische Endoskopie</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Interventionelle und Diagnostische Endoskopie (InDiEndo) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Thomas Wittenberg	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Thomas Wittenberg
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Introduction</b></p> <p>Clinical progress within diagnostic and interventional endoscopy workflows have been made possible in the past years based on new technological developments. Examples of such technological developments include (but are not limited to):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- stereo endoscopes, stereo monitors and head mounted displays,</li> <li>-- augmented and virtual reality (AR/ VR),</li> <li>-- color endoscopy, multi-spectral imaging, and confocal micro-endoscopy,</li> <li>-- swallowable pill-sized endoscopes for diagnostic, steerable and self-propelled pill-endoscopes</li> <li>-- single-incision endoscopic instruments,</li> <li>-- robotic and telematic and endoscopy systems,</li> <li>-- Eye, gaze, gesture or voice control</li> <li>-- Artificial Intelligence for lesion and instrument detection, tracking and classification</li> <li>-- Image processing for endoscopic image enhancement and panoramic endoscopy.</li> </ul> <p><b>Overview:</b></p> <p>Such technological possibilities allow better diagnostics as well as more gentle and conservative (minimal invasive) surgical interventions. In order to obtain a better understanding of diagnostic and therapeutic endoscopic equipment as well as the related clinical workflows and procedures, both, a theoretical understanding of the technological possibilities and advancements, as well as a practical hands-on experience of endoscopic procedures are necessary. Thus, within this module, participating students should increase and consolidate their knowledge and understanding of the above named technologies with the</p>

		field of diagnostic endoscopy and minimal invasive endoscopic surgery. For this, necessary fundamentals and principles will be taught and demonstrated, as well as researched and presented by the participating students, in order that the students are able to understand, differentiate and explain various endoscopic equipment, techniques and workflows.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students acquire professional and methodical competences in the following aspects:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- Understanding of various endoscopic equipment, necessary anatomy, and different clinical procedures and workflows.</li> <li>-- distinguish between diagnostic and interventional endoscopy procedures and available equipment</li> <li>-- Practice in literature and patent research</li> <li>-- oral presentation and slide preparation skills.</li> <li>-- Acquire initial hands-on skills (and understanding) of laparoscopy and endoscopy</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M4 Medizintechnische Kernkompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013</p> <p>M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)</p> <p>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 100657	<b>IT-Sicherheits-Seminar</b> (IT security seminar)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: IT-Sicherheits-Konferenzseminar (Master) (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Christian Eichenmüller Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling	
5	<b>Inhalt</b>	Wechselnde Themen aus dem Bereich IT-Sicherheit.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Teilnehmende arbeiten sich selbständig anhand wissenschaftlicher Literatur in ein vorgeschlagenes oder nach Absprache frei gewähltes Thema aus dem Bereich der IT-Sicherheit ein, erstellen dazu eine schriftliche Ausarbeitung, bereiten einen Seminarvortrag vor und halten ihn.</p> <p>Zu den hier zu erwerbenden Kompetenzen zählen die Literaturrecherche, korrektes Zitieren, die Fähigkeit auszuwählen, welche Aspekte in der Ausarbeitung und im Vortrag behandelt werden, zielgruppengerechtes Schreiben sowie der Umgang mit dem Textsatzsystem LaTeX.</p> <p>In jedem Wintersemester findet das Seminar als Konferenzseminar statt. Hier üben die Studierenden dann auch das Prozedere ein, das beim Einreichen einer wissenschaftlichen Arbeit bei einer Konferenz üblich ist: Unter anderem lernen sie, die Arbeiten anderer Personen im Review-Prozess zu beurteilen und Kritik und Verbesserungsempfehlungen auszusprechen sowie für die eigene Arbeit anzunehmen und umzusetzen.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47657	<b>Legged Locomotion of Robots + Laborprojekt (LLR-L)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Legged Locomotion of Robots (2 SWS) Praktikum: Legged Locomotion of Robots Laborprojekt (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Anne Koelewijn
5	<b>Inhalt</b>	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.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Fachkompetenz  Wissen <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ The students understand the theoretical background of concepts of robot locomotion.</li> <li>◦ The students are able to differentiate between different concepts of robot locomotion.</li> <li>◦ The students are able to understand the stability and energetics in robot locomotion.</li> <li>◦ 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.</li> </ul> </li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar Medizintechnik und Medizinethik Master of Science Medizintechnik 2013 M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182



		Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47656	<b>Legged Locomotion of Robots (LLR)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Legged Locomotion of Robots (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Anne Koelewijn	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarize with different concepts that are used in control and analysis of robot locomotion</li> <li>• Understand the theoretical background of concepts of robot locomotion</li> <li>• Differentiate between different types of robots</li> <li>• Understand the stability and energetics in robot locomotion</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar Medizintechnik und Medizinethik Master of Science Medizintechnik 2013 M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 358246	<b>Machine Learning [5 ECTS]</b> (Machine learning [5 ECTS])	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Machine Learning: Advances (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christopher Mutschler Tobias Feigl Christoffer Löffler Dr.-Ing. Norbert Oster	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Philippsen
5	<b>Inhalt</b>	<p>Dieses Seminar führt in das Themengebiet des tiefen Lernens ein. Tiefes Lernen ist eine der gefragtesten Fähigkeiten in der künstlichen Intelligenz. Verfahren des tiefen Lernens haben beispielsweise alle bisherigen Benchmarks für die Klassifizierung von Bildern, Text und Sprache weit übertroffen. Tiefes Lernen ermöglicht und verbessert einige der interessantesten Anwendungen der Welt, wie autonome Fahrzeuge, Genomforschung, humanoide Robotik, Echtzeitübersetzung und es besiegt die besten menschlichen Go-Spieler der Welt.</p> <p>Ziel des Seminars ist eine umfassende Einführung in das tiefe Lernen. Basierend auf maschinellem Lernen wird daher erklärt, wie tiefes Lernen funktioniert, wann und warum es wichtig ist und die wesentlichen Verfahren beleuchtet.</p> <p>Zu den Verfahren gehören: (1) Architektur und Hyperparameter; (2) mehrschichtiges Perzeptron; (3) Mischungen neuronaler Netze; (4) tiefes Lernen für Sequenzen (Hidden Markov-Modelle, wiederkehrende neuronale Netze, bidirektionales/Langzeit-Kurzzeitgedächtnis, Gated Recurrent Unit, Temporal Convolutional Network); (5) tiefes Lernen für Bilder (Faltungs-Neuronale Netze); (6) tiefes/verstärkendes Lernen; (7) Markov-Prozesse (Gaußsche Prozesse und Bayes'sche Optimierung, grafische Modelle und Bayes'sche Netze, Kalman- und Partikelfilter); (8) Online-Lernen und Spieltheorie; (9) unüberwachtes Repräsentationslernen und generative Methoden (allgemeine gegnerische Netzwerke, Variational Autoencoder); (10) Datenerweiterung und Transferlernen. Die genannten Themen sind an den aktuellen Forschungsstand angepasst und wechseln sich jährlich ab.</p> <p>Das Seminar gibt einen Einblick in die Welt des tiefen Lernens und befähigt den Studierenden eine wissenschaftliche Präsentation und Ausarbeitung anzufertigen, um individuell erworbenes Wissen einem Fachpublikum vermitteln zu können.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Teilnahme an diesem Seminar ermöglicht den Studierenden sich in der Kompetenz tiefes Lernen auszubilden und erlerntes Wissen in Form einer angeleiteten Präsentation und Ausarbeitung wissenschaftlich darzustellen und zu kommunizieren:</p> <p>Die Studierenden erlangen oder erweitern durch das Seminar die Kompetenz und das Wissen:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• prinzipielle Vorgehensweisen beim tiefen Lernen zu erläutern,</li> <li>• Vor- und Nachteile einzelner Methoden zu untersuchen,</li> <li>• Chancen und Grenzen des tiefen Lernens zu erläutern,</li> <li>• Sachverhalte unter Fachleuten zu diskutieren,</li> <li>• fachspezifische Fragen für das Gebiet zu beantworten,</li> <li>• Konzepte des tiefen Lernens im Allgemeinen und deren Anwendung in Applikationsgebieten der Industrie, Sozialwesen, Bildung und Sport zu erlernen,</li> <li>• Datenvorverarbeitung, DL-Methoden und Interpretation der Ergebnisse in konkreten Fragestellungen zu modellieren und zu adaptieren.</li> </ul> <p>Weiter trainiert das Seminar die Studierenden im wissenschaftlichen Arbeiten, um selbstständig:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erforderliche Literatur aufzufinden, zu analysieren und zu bewerten,</li> <li>• sich eigenständig in ein Themengebiet einzuarbeiten,</li> <li>• Grundzüge der Präsentationstechniken anzuwenden und zu motivieren,</li> <li>• eine Präsentation mit Begleitmaterial für ein Fachpublikum zu entwickeln,</li> <li>• einen Vortrag passend für einen vorgegebenen Zeitrahmen durchzuführen,</li> <li>• eine Ausarbeitung im Stil einer wissenschaftlichen Publikation mit Latex anzufertigen,</li> <li>• Sprache, Sprachangemessenheit, Inhalt sowie Aufbau und die wissenschaftliche Darstellung einer wissenschaftlichen Ausarbeitung zu verinnerlichen,</li> <li>• und die eigene Kognition und Kreativität in der Ausarbeitung zu bewerten.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. Goodfellow und Y. Bengio und A. C. Courville: Deep Learning, mitp-Verlag, 2015</li> <li>• R. S. Sutton und A. G. Barto: Reinforcement Learning: An Introduction, MIT Press, 1998</li> <li>• F. V. Jensen: An Introduction To Bayesian Networks, Springer, 1996</li> <li>• R. Rojas: Theorie der neuronalen Netze - eine systematische Einführung, Springer, 1993</li> <li>• J. Schmidhuber: Deep learning in neural networks: An overview, J. Intl. Neural Network Society (INNS), 2015</li> <li>• D. Silver et al.: Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search, J. Nature, 2016</li> <li>• F. Chollet: Deep Learning with Python, Manning Publications, 2017</li> <li>• A. Müller und S. Guido: Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists, O'Reilly UK Ltd., 2016</li> <li>• T. J. Hastie und R. Tibshirani und J. H. Friedman: The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Springer Series in Statistics, 2009</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47673	<b>Network medicine</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Network Medicine (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. David Blumenthal	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. David Blumenthal	
5	<b>Inhalt</b>	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.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• be able to explain hot topics in the field of network medicine,</li> <li>• be able to identify, understand, and contextualize relevant research literature,</li> <li>• be able to give a presentation for a scientific audience,</li> <li>• be able to write an academic report.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Some prior knowledge in graph theory and/or network science is recommended.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>All relevant literature will be made available in StudOn. For background reading, students can consult the following textbook:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Loscalzo, Joseph, Albert-László Barabási, and Edwin K. Silverman (eds.): Network Medicine: Complex Systems in Human Disease and Therapeutics. Harvard University Press, 2017.</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 941318	<b>Neuartige Rechnerarchitekturen</b> (Neuartige Rechnerarchitekturen)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Neuartige Rechnerarchitekturen (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Simon Pfenning Philipp Holzinger Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Ziel dieses Moduls ist das ...</p> <p>... kennen, ... verstehen, ... verwenden, ... vergleichen, und evaluieren</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p>	



		<p>Lernende können Wissen über die Grundprinzipien moderner Rechnerarchitekturen (Intel, ARM CPUs; AMD, Nvidia GPUs; FPGAs, Beschleunigerkerne) wiedergeben.</p> <p>Verstehen</p> <p>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.</p> <p>Lernende verstehen die unterschiedlichen Ansätze zur Parallelismus der vorgestellten Architekturen.</p> <p>Anwenden</p> <p>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.</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <p>Lernende evaluieren die Eignung von Architekturen, bestimmte Probleme effizient auf diese Abbilden zu können.</p> <p>Sozialkompetenz</p> <p>Lernende können komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht präsentieren und eigene Standpunkte in einer Fachdiskussion argumentativ vertreten.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M4 Medizintechnische Kernkompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013</p> <p>M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>Hauptseminar Medizintechnik / Advall Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47649	<b>Operating Room of the Future</b> (Operating Room of the Future)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Medizintechnische Kernkompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013 M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47669	<b>Physiological Driven Control and Design of Exoskeletons (NEXO)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Physiological Driven Control and Design of Exoskeletons (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Reitelshöfer Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Lecture: Control of exoskeletons by neural signals</p> <p>Extraction of signals for control for exoskeleton; user expectations and clinical reality; closed-loop control of exoskeleton;</p> <p>Lecture: Principles of neural signals and translation for control</p> <p>Recording electrophysiological data in humans; EMG, EEG, intracortical data and electrocorticography (ECoGs).</p> <p>Lecture: Actuators and Sensors for Exoskeletons</p> <p>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.</p> <p>Lecture: Using ROS to control mechatronic assistive devices</p> <p>Using an established framework for the development of assistive devices enables the efficient prototyping of application specific solutions.</p> <p>Lecture: EMG signal and processing</p> <p>Association between EMG and intended movements, identification of individual motoneurons; time delays between neural signals and control; integration of EMG signals into exoskeletons.</p> <p>Lecture: MATLAB / Python practical coursework</p> <p>Biosignals processing of neural signals; associations between neural signals and function (dynamic and static)</p> <p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	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.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<b>This seminar is not offered in WS 22/23!</b>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47643	<b>Seminar Advanced Algorithms in Medical Image Processing</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Advanced Deep Learning (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vincent Christlein Katharina Breininger	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Katharina Breininger Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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).</p> <p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• perform their own literature research on a given subject</li> <li>• independently research this subject</li> <li>• present and introduce the subject to their student peers</li> <li>• give a scientific talk in English according to international conference standards</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47642	<b>Seminar Advanced Deep Learning</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Advanced Deep Learning (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vincent Christlein Katharina Breininger	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Katharina Breininger
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 0
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47626	<b>Seminar AI and Digitalization in Healthcare</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: AI and Digitalization in Healthcare (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Janina Beilner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Janina Beilner Prof. Dr. Björn Eskofier Michael Nissen
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projected Newton-Euler equations (Kanes equations)</li> <li>• Numerical methods for ordinary differential equations</li> <li>• Recursive kinematics</li> <li>• Parametrization of rotations</li> <li>• One-dimensional force laws</li> <li>• Ideal constraints</li> <li>• Numerical methods for differential algebraic equations</li> <li>• Inverse kinematics and inverse dynamics</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>The students should:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn how to derive the equations of motions of a multibody system using the projected Newton-Euler equations,</li> <li>• familiarize themselves with basic numerical methods for solving ODEs,</li> <li>• understand how kinematic and dynamic quantities of a multibody system can be computed recursively,</li> <li>• know different possible parametrizations of rotation matrices and how to transform one into the other,</li> <li>• understand the concept of one-dimensional force law,</li> <li>• know Lagranges equations of the first kind and how to solve these using appropriate numerical schemes,</li> <li>• know different approaches to inverse kinematics and inverse dynamics based on optimization,</li> <li>• understand the object-oriented code structure for the implementation of a simulation software for multibody systems</li> </ul> <p>Anwenden</p> <p>The students will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• implement a simulation software for multibody systems in Python.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• basic knowledge of dynamics</li> <li>• linear algebra</li> <li>• differential equation</li> <li>• basic knowledge programming in Python.</li> </ul>



8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 914949	<b>Seminar Ausgewählte Kapitel der Multimediakommunikation und Signalverarbeitung</b> (Seminar on selected topics of multimedia communications and signal processing)	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Ausgewählte Kapitel der Multimediakommunikation und Signalverarbeitung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Seminar Multimediakommunikation und Signalverarbeitung werden aktuelle Themen aus dem Bereich der Multimediakommunikation und Signalverarbeitung bearbeitet. Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung und Themenauswahl werden die einzelnen Themen unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig im Hinblick auf eine Präsentation in Vortragsform erarbeitet. Eine kurze Präsentation der Struktur und erster Ergebnisse erfolgt etwa 5 Wochen nach der Vorbesprechung. Gegen Ende des Vorlesungszeitraums hält jeder Teilnehmer einen ca. 30-minütigen Vortrag mit anschließender Diskussion im Rahmen eines ganztägigen Workshops. Als Begleitmaterial zum Vortrag wird auch eine ca. 10-seitige Ausarbeitung erstellt. Für die Vortragsveranstaltungen besteht Anwesenheitspflicht.</p> <p>The Seminar on Selected Topics of Multimedia Communications and Signal Processing deals with current research topics in the area of multimedia communications and signal processing. In an introductory meeting, the course of the seminar is outlined and each participant selects one of the offered topics. The participant should become familiar with the assigned research topic and present it by a report and a talk at the end of the seminar with the support of a supervisor. In an intermediate meeting about 5 weeks after the introductory meeting, the participants give a brief presentation about their topics and show first results. In addition, hints for the preparation of the final talk are provided at this meeting. At the end of the semester, a final one-day meeting takes place where each participant presents his topic in a talk of 30 minutes followed by a discussion and questions from the audience. In addition, each participant has to submit a report of about 10 pages about his topic a few days before the final meeting.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen grundlegende Techniken der Recherche, Themenaufbereitung und Präsentation technischer Inhalte und wenden diese an</li> <li>• analysieren und evaluieren gegebene Literatur im Hinblick auf die Schwerpunkte ihres Vortrags zu einem technischen Thema</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden ihr bisher im Studium erworbenes Wissen an, um davon ausgehend eigenständig einen technischen Schwerpunkt zu vertiefen</li> <li>• wenden ihr bisheriges Wissen an, um als Zuhörer sinnvolle Fragen zu einem Vortragsthema zu formulieren und das Präsentierte zu diskutieren</li> <li>• analysieren und evaluieren die Präsentationen der anderen Seminarteilnehmer.</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• acquire and apply fundamental techniques to conduct a literature survey, and to prepare and present a technical topic</li> <li>• analyze and evaluate provided literature regarding the focus of their technical presentation</li> <li>• apply the knowledge acquired during their studies to deepen by themselves their technical focus</li> <li>• apply acquired knowledge to ask a presenter questions and to discuss the presentation</li> <li>• analyze and evaluate the presentations of other seminar participants.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92346	<b>Seminar Autonomous Systems and Mechatronics</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Autonomous Systems and Mechatronics (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Anany Dwivedi Rodrigo Jose Velasco Guillen Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	
5	<b>Inhalt</b>	In the seminar, students will analyze, present. and discuss recent research topics in autonomous systems and mechatronics. This will comprise mechatronic component, system, and control design as well as advanced methods aiming at autonomous operation. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of autonomous system and mechatronics. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47658	<b>Seminar: Digital Pathology and Deep Learning</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Digital Pathology and Deep Learning (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Katharina Breininger Prof. Dr. Samir Jabari	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Katharina Breininger	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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 is 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.</p> <p>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.</p> <p>List of topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Staining and special stains (including immunohistochemistry, enzyme-based dyes and tissue microarrays)</li> <li>• Current computational pathology</li> <li>• Knowledge/Feature fusion into a diagnosis</li> <li>• Histopathology quality control</li> <li>• Data sets as limiting factor - limits of current data sets</li> <li>• Large scale / clinical grade solutions</li> <li>• Computational and augmented tumor grading</li> <li>• In vivo microstructural analysis</li> <li>• Big data in pathology (multi-omics)</li> <li>• Histology image registration</li> <li>• Staining differences and stain normalization</li> <li>• Transfer learning and domain adaptation</li> <li>• Explainable AI</li> <li>• Virtual staining</li> <li>• Digital workflow in Germany vs. the world</li> <li>• Limits of digital pathology</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• perform their own literature research on a given subject</li> <li>• independently research this subject</li> <li>• present and introduce the subject to their student peers</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• give a scientific talk in English according to international conference standards</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Students are required to have initial experience with deep learning and machine learning, e.g., from the module "Deep Learning".</p> <p>This seminar is recommended for Master's students.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Seminar Medizintechnik und Medizinethik Master of Science Medizintechnik 2013</p> <p>M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 30 h</p> <p>Eigenstudium: 120 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 885184	<b>Seminar Glas und Keramik für Medizintechnik</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Glas und Keramik für Medizintechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dominique Ligny PD Dr. Stephan Wolf	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.habil. Tobias Fey Prof. Dr. Dominique Ligny PD Dr. Stephan Wolf
5	<b>Inhalt</b>	Zusammenfassung eines wissenschaftlichen Papers in Form eines Vortrages und eines Posters
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefen Ihre Kenntnisse über Präsentationstechniken</li> <li>• erlernen die Recherche von Literatur durch den Einsatz von Datenbanken</li> <li>• verstehen den inhaltlichen Aufbau von wissenschaftlichen Vorträgen und Berichten und können dies umsetzen</li> <li>• erlernen die Erstellung von wissenschaftlichen Postern und Berichten</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 188730	<b>Seminar Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Hochfrequenztechnik/ Mikrowellentechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jan Steffen Schür	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Seminar "Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik" (HFSEM) werden aktuelle Anwendungen und Forschungsarbeiten aus dem Bereich der Hochfrequenztechnik innerhalb eines Rahmenthemas behandelt. Die behandelten Themengebiete decken einen großen Bereich der modernen HF-Technik wie z.B. Radaranwendungen im Verkehr, THz-Technik oder Hochfrequenz in der Medizintechnik ab.</p> <p>Die Einzelthemen, die innerhalb des Rahmenthemas bearbeitet werden können, werden in einer Einführungsveranstaltung vorgestellt und den Studenten zugewiesen. Zur Erprobung von Präsentationstechniken werden in der zweiten Veranstaltung Kurzvorträge mit 5 Minuten Dauer und anschließender Feedback-Runde gehalten, in der die Gestaltungsaspekte angesprochen werden.</p> <p>In den folgenden Wochen unternimmt jeder Student eigenverantwortlich eine Recherche zu seinem Einzelthema und erarbeitet einen halbstündigen Vortrag, der an einem interessierten Fachpublikum ausgerichtet ist. Hierbei steht jedem Studenten individuell ein Mitarbeiter des Lehrstuhls beratend zur Verfügung.</p> <p>Jeder Vortrag wird durch eine anschließende 15-minütige Diskussionsrunde ergänzt, in der es um Rückfragen und Ergänzungen zu dem zuvor behandelten Thema geht. Die Vorträge werden in der zweiten Semesterhälfte in wöchentlicher Folge vorgetragen.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erfassen und ordnen in ihrer Recherche den Stand der Technik zum gewählten Rahmenthema aus dem Gebiet der Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik</li> <li>• Dabei müssen sie die Relevanz verschiedener inhaltlicher Aspekte für das beabsichtigte Publikum einschätzen, und den Vortrag angesichts der Zeitbegrenzung effektiv strukturieren.</li> <li>• Anschließend entwerfen und gestalten sie eine wissenschaftlich/technische Präsentation, die zur effektiven Wissensvermittlung im Rahmen eines mündlichen Vortrags geeignet ist.</li> <li>• Hierzu bewerten sie verschiedene Darstellungsmöglichkeiten hinsichtlich ihrer Verständlichkeit.</li> <li>• Sie klären in der Gesprächsrunde auftretende Fragen, und erläutern dabei den fragten Sachverhalt oder identifizieren geeignete Quellen, die zur weiteren Klärung dienlich sind.</li> <li>• Sie lernen HF-Anwendungen und Geräte an praxisnahen Beispielen kennen und bekommen einen Einblick in aktuelle Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik.</li> </ul>	



		Sie sind damit in der Lage, wissenschaftliche Präsentationen vor einem Fachpublikum zu geben, auch komplexere Themen anschaulich aufzubereiten und das Fachwissen verständlich zu vermitteln. Die erworbenen Fähigkeiten dienen u.a. als Basis für Abschlussvorträge im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten und stellen eine Grundlage für die zukünftige Arbeit im Team in den Bereichen Forschung, Lehre und Industrie dar.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten</li> <li>• Hochfrequenztechnik</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Literatur wird themenspezifisch zur Verfügung gestellt.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47667	<b>Seminar Human-Robot Interaction</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Mensch-Roboter-Interaktion (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Chenxu Hao Anany Dwivedi Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	
5	<b>Inhalt</b>	In the seminar, students will analyze, present, and discuss recent research topics in human-robot-interaction. This will comprise aspects of cognitive and physical human-robot interaction and related topics of human and engineering sciences. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of human-robot interaction. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Selected research articles.	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93113	<b>Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernhard Kainz Mischa Dombrowski Johanna Müller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Bernhard Kainz
5	<b>Inhalt</b>	<p>This is a joint seminar between Prof. Kainz (FAU Erlangen-Nuremberg) and Prof. Ledig (University of Bamberg). The seminar will take place at Bamberg Campus and FAU Campus.</p> <p>Initial topic selection and pitch presentation will take place in Bamberg.</p> <p>Final topic presentations will take place in Erlangen.</p> <p>Human-in-the-Loop Machine Learning describes processes in which humans and Machine Learning algorithms interact to solve one or more of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Making Machine Learning more accurate</li> <li>Getting Machine Learning to the desired accuracy faster</li> <li>Making humans more accurate</li> <li>Making humans more efficient</li> </ul> <p>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).</p> <p>Topics covered will include but are not limited to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction to Human-in-the-Loop Machine Learning</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Active Learning Strategies:</li> <li>• Uncertainty Sampling</li> <li>• Diversity Sampling</li> <li>• Other Strategies</li> </ul> <p>Annotating Data for Machine Learning</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Who are the right people to annotate your data?</li> <li>• Quality control for data annotation</li> <li>• User interfaces for data annotation</li> </ul> <p>Transfer Learning and Pre-Trained Models</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• What are Embeddings?</li> <li>• What is Transfer Learning?</li> </ul> <p>Adaptive Learning</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine-Learning for aiding human annotation</li> <li>• Advanced Human-in-the-Loop Machine Learning</li> </ul> <p><b>Format</b></p> <p>The presentations for this seminar will be conducted as block seminar. Dates TBD.</p> <p>We will meet in the beginning of the semester to discuss possible work areas and assign concrete topics to each participant. You will be provided pointers to literature and then independently familiarize yourself with the assigned topic. Towards the end of the semester you will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• present an initial 3-minute pitch about your topic early during the term after topic selection</li> <li>• present your topic as a 20-minute presentation at the end of the term</li> <li>• submit a written report of approximately 8-10 pages.</li> <li>• The seminar will be held in English including presentations and the written report.</li> </ul> <p>The presentations will be conducted as a block seminar towards the end of the semester. The weekly hours mentioned in the module description are an optional time slot to get support, guidance and feedback on your topic (as required).</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>You will learn about the potential as well as current challenges when building and translating AI systems into real world applications. The focus of the seminar will be biased towards approaches based on computer vision algorithms and medical image processing. Specifically,</p>

		<p>you will learn about the state of the art in the context of selected applications. You will also get the opportunity to learn about negative examples of AI systems that failed to deliver on promises, regulatory constraints, patient privacy and data management. The seminar will allow you, based on your interest, to focus on a wide spectrum of aspects ranging from recently published technical solutions to the state of affairs on the policy level.</p> <p>Learning objectives are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In-depth knowledge of human-in-the-loop machine learning, including deeper insight into current research.</li> <li>• A capability to work independently on application-driven projects.</li> <li>• To use a holistic view to critically, independently and creatively identify, formulate and deal with complex issues.</li> <li>• To follow a scientific approach, formulating hypotheses, validation through experimentation and statistical analysis.</li> <li>• To plan and use adequate methods to conduct qualified tasks in given frameworks and to evaluate this work.</li> <li>• To create, analyse and critically evaluate different technical/ architectural solutions.</li> <li>• To integrate knowledge critically and systematically.</li> <li>• To clearly present and discuss the conclusions as well as the knowledge and arguments that</li> <li>• form the basis for these findings in written and spoken English.</li> <li>• A consciousness of the ethical aspects of research and development work.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Prerequisites recommended:</p> <p>Deep Learning ML Prof. Dr. Andreas Maier 2+2 5 x E</p> <p>Pattern Recognition ML Prof. Dr. Andreas Maier 3+1+2 5 x E</p> <p>Maschinelles Lernen für Zeitreihen ML Prof. Eskofier, Prof. Oliver Amft, Dr. Ch. Mutschler 2+2+2 7.5 x E</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>A specific reading list will be established at the beginning of each term, general literature is listed below:</p> <p>Quinn J, McEachen J, Fullan M, Gardner M, Drummy M. Dive into deep learning: Tools for engagement. Corwin Press; 2019 Jul 15. <a href="https://d2l.ai/">https://d2l.ai/</a></p> <p>Goodfellow I, Bengio Y, Courville A, Bengio Y. Deep learning. Cambridge: MIT press; 2016 Nov 18. <a href="https://www.deeplearningbook.org/">https://www.deeplearningbook.org/</a></p> <p>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. <a href="https://arxiv.org/abs/1910.02923">https://arxiv.org/abs/1910.02923</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 835405	<b>Seminar Informationssysteme im Gesundheitswesen</b> (Seminar: Health care information systems)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Informationssysteme im Gesundheitswesen (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Wolfgang Rödle Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Dieses Seminar ist als praktische Vertiefung der Inhalte der Medizinischen Informatik gedacht (Besonderer Schwerpunkt auf Informationssysteme im Gesundheitswesen). Aus einem weiten Spektrum medizinischer Informationssysteme, welches den jeweiligen technologischen und gesundheitspolitischen Entwicklungen aktuell angepasst ist, können sich die Teilnehmer ein Thema zur eigenen praktischen Ausarbeitung und Präsentation im Seminar auswählen. Im Rahmen der Veranstaltungen werden die verschiedenen Themen soweit möglich auch anhand praktischer Systemvorführungen illustriert, u.a. auch des Systemvorführungen des Erlanger Universitätsklinikum.</p> <p>Beispielhafte Themenbereiche für dieses Seminar sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologien zur medizinischen Dokumentation</li> <li>• Wissensmodellierung in der Arzneitherapie</li> <li>• Medizininformatik-Initiative</li> <li>• IT-Anwendungen in der medizinischen Forschung</li> <li>• Elektronische Patientenakte</li> <li>• Telematikinfrastruktur</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen die Informationssuche und das Lesen von Quellen (besonders internationalen wissenschaftlichen Veröffentlichungen)</li> <li>• recherchieren eigenständig Informationsquellen (speziell internationale wissenschaftliche Veröffentlichungen)</li> <li>• halten eine Präsentation vor der Gruppe und beantworten in einer Diskussionsrunde Fragen von den Zuhörern (Dozenten und Kommilitonen)</li> <li>• wenden ihr Wissen und Verständnis bei der Diskussion über die Themen der anderen Kommilitonen an</li> </ul> <p>Erschaffen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erstellen eine Präsentation zu ihrem Thema</li> <li>• erstellen eine schriftliche Ausarbeitung (Seminararbeit) zu ihrem Thema</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben neues Wissen aus aktuellen Forschungsgebieten der medizinischen Informatik zu ihrem Thema</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 903776	<b>Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0</b> (Seminar machine learning and data analytics for industry 4.0)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Maschinelles Lernen und Datenanalytik für Industrie 4.0 (2 SWS) Attendance of all meetings is required.	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Johannes Roider Christoph Scholl	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier An Nguyen Johannes Roider
5	<b>Inhalt</b>	<p>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 systems (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.</p> <p>The goal of this seminar is to give students insights about state-of-the-art machine learning and data analytics methods for industrial and business applications. In this seminar, the Industry 4.0 term will not only be limited to manufacturing processes, but comprise all business functions.</p> <p>Students will mainly work independently on either an implementation-centric or a research-centric topic. The implementation-centric topics will focus primarily on the implementation of algorithms and analytical components (using provided or open source datasets), while the research-centric topics will focus on researching and structuring literature of a specific field of interest. Several topics will be provided, but students are also encouraged to propose their own topics when applying for the seminar.</p> <p>In the regular meetings, students will learn about fundamentals and trends in Industry 4.0 from a machine learning perspective, common machine learning techniques and their implementation, project management of data analytics projects in businesses, as well as best practices for presentations and scientific work. The programme will be complemented by talks from invited experts in the domain. Furthermore, students will present results from literature research and data analytics projects.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students will develop an understanding of the current hot field of machine learning and data analytics in businesses</li> <li>• Students will learn to research and present a topic within the context of machine learning and data analytics in businesses independently</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students will learn to identify opportunities, challenges and limitations of corresponding ML approaches in businesses</li> <li>• Students will develop the skill to identify and understand relevant literature and to present their findings in a structured manner</li> <li>• Students will learn to present implementation and validation results in form of a demonstration and/or report</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prior knowledge of machine learning via courses like Pattern Analysis, Pattern Recognition, Deep Learning, Machine Learning for Time Series, or equivalent is expected. Alternatively, first data science project experience, for example as working student in a company, can be sufficient.</li> <li>• Motivation to explore scientific findings (e.g. via literature research)</li> <li>• Motivation to code and analyze data</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50% of grade: Presentation (20 minutes)</li> <li>• 50% of grade: 4 pages IEEE standard paper (excluding references) (+ code submission)</li> </ul>
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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): 799834. <a href="https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2017.11.016">https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2017.11.016</a>.</li> <li>• 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): 22436. <a href="https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.04.007">https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.04.007</a>.</li> <li>• Wil M. P. van der Aalst. Process Mining: Data Science in Action 2nd edition, Springer 2016. ISBN 978-3-662-49851-4</li> <li>• Wang, Lihui, and Xi Vincent Wang. Cloud-Based Cyber-Physical Systems in Manufacturing. Cham: Springer International Publishing, 2018. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-319-67693-7">https://doi.org/10.1007/978-3-319-67693-7</a>.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47619	<b>Seminar Machine Learning in MRI</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Machine Learning in MRI (4 SWS) Attendace is compulsory for the mid-term presentations.	5 ECTS
3	Lehrende	Marc Vornehm Jinho Kim Prof. Dr. Florian Knoll	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Florian Knoll	
5	<b>Inhalt</b>	We will cover recent machine learning developments in the areas of Magnetic Resonance (MR) data acquisition, image generation, image analysis and image interpretation. We will go over papers from leading international journals and conferences. Students can either suggest their own topics/papers or select from a range of papers presented by the lecturers. Each student will then study the assigned papers, discuss them with the lectures and at the end of the semester give a presentation about the key findings.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	After completing this course, students will be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Be able to critically read and understand a scientific paper in the fields of medical imaging and machine learning.</li> <li>• Present a complex topic in their own words to their peers.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	None	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung Presentation (20 Minutes + 10 Minutes discussion)  Written report (5-7 pages)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%) Presentation and discussion 50%, Report 50%	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47652	<b>Seminar Medical Devices of the Future</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Medizintechnische Kernkompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013 M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 987845	<b>Seminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag</b> (Advanced seminar medical electronics and electronic assistance systems)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Torsten Reißland	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Seminar werden aktuelle Themen aus dem Bereich "Moderne Konzepte in der Medizinelektronik" bearbeitet. Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung und Themenauswahl können diese unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig bearbeitet werden. Die Erkenntnisse sind in einem drei- bis vierseitigen Dokument zusammenzufassen. Den Abschluss bildet ein 30 minütiger Vortrag jeder Studierenden und jedes Studierenden. Eine Diskussion mit den Zuhörerinnen und Zuhörern schließt den Vortrag ab. Für die Vortragsveranstaltungen besteht Anwesenheitspflicht.</p> <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektronik für Medizinische Diagnostik und Therapie</li> <li>• Assistenzsysteme für ein selbstbestimmtes Leben im Alltag</li> <li>• Elektronische Systeme für AAL (Ambient Assisted Living)</li> <li>• Elektronische Systeme mit Microsystemtechnischen Komponenten (MEMS)</li> <li>• Kopplung Medizinelektronischer Systeme an Patientendatenbanken</li> <li>• Körpernahe Netzwerke</li> <li>• Körpernahe elektrische Energiegewinnung</li> <li>• Schaltungstechnik für Mikrowellenbasierte Blutbildanalyse</li> <li>• MEMS "Lab-on-chip (Labor auf Chipebene)</li> <li>• Vitalsensoren</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken.</li> <li>• Die Studierenden erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema aus dem Gebiet der Medizinelektronik.</li> <li>• Die Studierenden vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels aus der Medizinelektronik und zeigen dessen Relevanz in der medizinischen Anwendung auf.</li> <li>• Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren.</li> <li>• Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren und technische Sachverhalte zu diskutieren.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar Medizintechnik und Medizinethik Master of Science Medizintechnik 2013 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 804407	<b>Seminar Medizintechnik</b> (Seminar medical engineering)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Medizintechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Seminar "Medizintechnik" (MEDSEM) werden aktuelle Anwendungen und Forschungsthemen aus dem Bereich der Medizintechnik von Studierenden übersichtsartig präsentiert. Das Seminar sieht für jede(n) Studierende(n) einen 30-minütigen Vortrag mit anschließender Diskussion vor. Themen sind beispielsweise Magnetresonanztomographie, Strahlentherapie, therapeutischer und diagnostischer Ultraschall, Hyperthermie, Ophthalmologie (Augenheilkunde), Laser in der Medizintechnik, Audiologie (Gehör und Hörhilfen) etc.</p> <p>Siehe auch UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>haben in dem Seminar die Möglichkeit wissenschaftliche Vorträge aus dem Gebiet der Medizintechnik zu erarbeiten und präsentieren</li> <li>lernen medizintechnische Anwendungen und Geräte an praxisnahen Beispielen kennen</li> <li>bekommen einen Einblick in aktuelle Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Medizintechnik</li> </ul> <p>Die Studierenden sind damit in der Lage, wissenschaftliche Präsentationen vor einem Fachpublikum zu geben, auch komplexere Themen anschaulich aufzubereiten und das Fachwissen verständlich zu vermitteln. Die erworbenen Fähigkeiten dienen u.a. als Basis für Abschlussvorträge im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten und stellen eine Grundlage für die zukünftige Arbeit im Team in den Bereichen Forschung, Lehre und Industrie dar.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 47675	<b>Seminar Meta Learning</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar Medizintechnik und Medizinethik Master of Science Medizintechnik 2013 M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 588895	<b>Seminar Multi-Core Architecture and Programming</b> (Seminar multi-core architecture and programming)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Multi-Core Architecture and Programming (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Stefan Groth Muhammad Sabih PD Dr.Ing. Frank Hannig	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.Ing. Frank Hannig	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Prozessoren mit mehreren Kernen sind heute bereits sehr weit verbreitet. Vertreter solcher Architekturen sind beispielsweise moderne Grafikprozessoren, die aus bis zu 4608 so genannter Stream Processors und 576 Tensor-Recheneinheiten bestehen können. 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.</p> <p>Ziel des Seminars ist es, Einblicke in modernste Mehrkernarchitekturen, z.B. KI-Beschleuniger, und deren Programmierparadigmen zu vermitteln. Um praktische Entwicklungserfahrung zu sammeln, werden u.A. NVIDIA TITAN RTX, Intel Neural Compute Sticks und Tegra AGX Systeme angeboten. Für die Projektarbeit im Team stehen neueste Softwareentwicklungswerkzeuge (TensorRT, OpenVINO, C++ 20, SYCL, CUDA, OpenCL, OpenMP + MPI) zur Verfügung.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen: Die Studierenden tragen grundlegende Inhalte auf dem Gebiet modernster Multi-/Many-Core Architectures und deren Programmierung vor.</li> <li>• Analysieren: Die Studierenden erproben Programmierparadigmen für Mehrkernarchitekturen.</li> <li>• Erschaffen: Die Studierenden planen, entwickeln und evaluieren eigenständig parallele Anwendungen.</li> </ul> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul> <p>Selbstkompetenz</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können eigene Stärken und Schwächen, sowohl im Bereich ihrer Präsentationstechniken als auch der Team-Arbeit, reflektieren und die eigene Entwicklung planen.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden beteiligen sich aktiv an den Vorträgen der jeweils anderen Studierenden durch fachbezogene Fragen zum Thema wie auch Rückmeldung zu Vortragsstil.</li> <li>Die Studierenden arbeiten in Gruppen kooperativ und verantwortlich, außerdem können sie das eigene Kooperationsverhalten in Gruppen kritisch reflektieren und erweitern.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 406250	<b>Seminar Photonik/Lasertechnik</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Photonik/Lasertechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Carlowitz Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Seminar "Photonik/Lasertechnik" (PhoSem) werden aktuelle Anwendungen und Forschungsthemen aus dem Bereich der Photonik, Lasertechnik und optischen Technologien von Studenten übersichtsartig präsentiert. Das Seminar sieht für jeden Studenten einen 30-minütigen Vortrag mit anschließender Diskussion vor. Die behandelten Themengebiete wechseln semesterweise, Beispiele sind "Optische und laserbasierte Messtechnik und Diagnostik", "Laser in der Medizintechnik" oder "Glasfasern und faseroptische Komponenten".</p> <p>Vor dem eigentlichen Fachvortrag wird in einem Kurzvortrag zu einem frei gewählten technischen Thema die persönliche Präsentationstechnik geübt, ohne Einfluss auf die Seminarnote.</p> <p>Siehe auch UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen in dem Seminar, wissenschaftliche Vorträge aus dem Gebiet der Lasertechnik/Photonik zu erarbeiten und zu präsentieren.</li> <li>• üben Recherche und Stoffsammlung, Strukturierung und didaktisch geeignete Aufbereitung von Fachinhalten.</li> <li>• lernen Photonik und Lasertechnik an praxisnahen Beispielen kennen.</li> <li>• trainieren Rhetorik und Gestik für Vorträge.</li> <li>• bekommen einen Einblick in aktuelle Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Photonik.</li> </ul> <p>Sie sind damit in der Lage, wissenschaftliche Präsentationen vor einem Fachpublikum zu geben, auch komplexere Themen anschaulich aufzubereiten und das Fachwissen verständlich zu vermitteln. Die erworbenen Fähigkeiten dienen u.a. als Basis für Abschlussvorträge im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten und stellen eine Grundlage für die zukünftige Arbeit im Team in den Bereichen Forschung, Lehre und Industrie dar.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Photonik 1 oder vergleichbare Lehrveranstaltung zu Photonik, Lasertechnik und optischen Technologien. Kann begleitend besucht werden.</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Siehe UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 67164	<b>Seminar: Physik in der Medizin</b> (Seminar: Physics in medicine)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert Prof. Dr. Ben Fabry Prof. Dr. Bernhard Hensel	
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Contents:*</p> <p>In this seminar, topics in physics in medicine will be discussed. Participants will present their topic of choice in a seminar talk and have a discussion with the audience. Suitable topics will be provided by the supervisors.</p> <p>See the StudON page for the list of topics and further information.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>*Learning goals and competences:*</p> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• comprehend an interesting physical topic in a short time frame</li> <li>• identify and interpret the appropriate literature</li> <li>• select and organize the relevant information for the presentation</li> <li>• compose a presentation on the topic at the appropriate level for the audience</li> <li>• give a presentation to a scientific audience and use the appropriate presentation techniques and tools</li> <li>• criticize and defend the topic in a scientific discussion</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Medizintechnische Kernkompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013 M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung (45 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	*Literature:* Primary literature will be provided by the supervisors of the individual topics.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 605737	<b>Seminar Polymerwerkstoffe-Kernfach</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Masterseminar: Hauptseminar M12-MWT/NT-WW5 (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Schubert Dr.-Ing. Joachim Kaschta	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Dirk Schubert	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Seminar werden an Hand von Vorträgen, die von Studenten auszuarbeiten und vorzutragen sind, die neusten Entwicklungen aus dem Gebiet der Kunststoffanwendungen vorgestellt. Die Literatur ist vom Studierenden zu sichten und nach Absprache mit dem Betreuer auszuwerten. Der Zweck des Seminars ist die selbständige Ausarbeitung eines wissenschaftlichen Referats zu einem vorgegebenen Thema. Zudem sollen Erfahrungen im möglichst freien Vortrag eines aus der Literatur erarbeiteten Wissenstoffs erworben werden. Im Anschluß an den Vortrag steht der Vortragende Rede und Antwort in einer Diskussionsrunde . Zum Vortrag ist eine schriftliche Ausarbeitung anzufertigen, die alle gezeigten Abbildung enthält und die benutzte Literatur aufführt.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 60 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 92352	<b>Seminar Quantentechnologien</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Quantentechnologien 1 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy	
5	<b>Inhalt</b>	In dieser Lehrveranstaltung sollen Studierende selbstständig aktuelle Forschungsthemen im Bereich der Quantentechnologien erarbeiten. Diese Erkenntnisse sollen in Form eines wissenschaftlichen Vortrags und anschließender Diskussion vertieft werden.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Studierende, die dieses Modul erfolgreich abgeschlossen haben <ul style="list-style-type: none"> <li>• sollen die Fähigkeit haben, sich selbstständig in aktuelle Forschungsthemen im Bereich Quantentechnologien einzuarbeiten.</li> <li>• sollen ein vertieftes Verständnis zu aktuellen Forschungsfragen haben.</li> <li>• sollen sich mit komplexen wissenschaftlichen Fragestellungen auseinandersetzen.</li> <li>• sollen wissenschaftliche Themen vortragen und diskutieren (Präsentationstechnik).</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Mathematik (1 - 4) und Experimentalphysik (1 & 2) sollten abgeschlossen sein.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar Medizintechnik und Medizinethik Master of Science Medizintechnik 2013 M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haken, Herrmann &amp; Wolf, Hans Christoph (2004): Atom- und Quantenphysik</li> <li>• Nolting, Christoph (2009): Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik Grundlagen</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47627	<b>Seminar Robotics for the Lower Limb</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar: Robotics for the Lower Limb (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Claudio Castellini	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Claudio Castellini	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In the seminar, students will analyse, present and discuss issues and topics concerning the usage of robotic artefacts and virtual reality environments for the rehabilitation and treatment of musculo-skeletal issues and neuropathic conditions related to the lower limb. This includes intent detection and somatosensory feedback for lower-limb prostheses and rehabilitation exoskeletons and exo-suits, VR environments for the treatment of phantom pain and stroke, and walking aids.</p> <p>Besides reflecting on contemporary literature, the students are asked to draw own conclusions and suggest directions for future research.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<i>On successful completion of the module, students will be familiar with rehabilitation robotics and prosthetics for the lower limb, both theoretically and practically. They will also be able to deduce potential new research lines from recent developments.</i>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<i>Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning.</i>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%) <i>Presentation + report.</i>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 20 h Eigenstudium: 130 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<b>[2015]</b> Tucker, M. R., Olivier, J., Pagel, A., Bleuler, H., Bouri, M., Lamercy, O., Millan, J., Riener, R., Vallery, H., Gassert, R. (2015). <i>Control strategies for active lower extremity prosthetics and orthotics: A review. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 12(1).</i> doi:10.1186/1743-0003-12-1	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 349413	<b>Seminar Sprachtechnologie für Sprachpathologien</b> (Speech technologies for speech pathologies)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Automatic Analysis of Voice, Speech and Language Disorders in Speech Pathologies (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Prof. Seung Hee Yang	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Seung Hee Yang	
5	<b>Inhalt</b>	<p>This seminar deals with how the diagnosis and therapy of different speech pathologies can be supported by speech technology.</p> <p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen die Literaturrecherche.</li> <li>• arbeiten sich selbstständig anhand der gefundenen Literatur in die Thematik der automatischen Analyse von Sprach-, Sprech- und Stimmstörungen ein.</li> <li>• wählen einen Schwerpunkt und bereiten diesen im Rahmen einer Präsentation so auf, dass er für andere Teilnehmer des Seminars verständlich ist.</li> <li>• lernen die Anforderungen an einen wissenschaftlichen Vortrag auf einer internationalen Konferenz kennen.</li> <li>• halten einen Vortrag in der international üblichen Fachsprache Englisch (davon ausgenommen sind Studierende aus dem Ausland, die in Deutschland studieren, um Deutsch zu lernen)</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 985184	<b>Technik in der Orthopädie</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Technik in der Orthopädie (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Frank Seehaus	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Frank Seehaus
5	<b>Inhalt</b>	<p>Inhalt</p> <p>Das Modul "Technik in der Orthopädie" thematisiert aktuelle Themen aus dem Bereichen der klinischen Biomechanik, biomechanischer Messmethoden zur in vivo Diagnostik spezifischer Krankheits- und Verletzungsbilder sowie zur Beurteilung des in vitro / in vivo Verhaltens medizinischer Implantate medizinischer Implantat.</p> <p>Themenübersicht:</p> <p>Themenliste für Präsentationen/Executive Summary ab Semesterbeginn über</p> <p>StudOn einsehbar.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Lernziele und Kompetenzen</p> <p>Der Studierende soll Fachwissen (Fachkompetenz) zu den diverssem Seminarthemen aus dem Bereich der Orthopädie (bspw. der Implantattechnologie doer Methoden der in vivo Diagnostik) sich selbstständig erarbeiten und verstehen, Im Rahmen des Seminars ist der Studierende in der Lage, seinen Komilitonen die Konzepte und Methoden bspw. der Implantatechnologie mit Vor- und Nachteilen mit zugehörigen Fachtermini an Beispielen im Rahmen eines Fachvortrages zu beschreiben und zu erklären. Dabei reflektiert er kritisch die vorgestellten Methode oder Konzepte.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Empfohlene Voraussetzung</p> <p>Grundlagen "Wissenschaftliches Arbeiten" / "Literaturrecherche"</p>

		Kontakt: <a href="mailto:frank.seehaus@fau.de">frank.seehaus@fau.de</a>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung Seminarleistung (Vortrag u. schriftliche Ausarbeitung)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Einführende Literatur zum jeweiligen Seminarthema ist auf StudOn hinterlegt.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96839	<b>The why and how of human gait simulations</b> (The why and how of human gait simulations)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: The why and how of human gait simulations (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Anne Koelewijn
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Learning objectives:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Set up a trajectory optimization problem to solve for a gait simulation</li> <li>• Be familiar with different approaches to solving gait simulations</li> <li>• Be able to select an approach to solve a specific simulation problem</li> <li>• Know the state-of-the-art gait simulation methods used at FAU and universities in Germany and abroad</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M4 Medizintechnische Kernkompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013</p> <p>M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelly, Matthew. "An introduction to trajectory optimization: How to do your own direct collocation." <i>SIAM Review</i> 59.4 (2017): 849-904.</li> <li>• Anderson, Frank C., and Marcus G. Pandy. "Dynamic Optimization of Human Walking. <i>Journal of Biomechanical Engineering</i> 123, no. 5 (May 16, 2001): 38190. <a href="https://doi.org/10.1115/1.1392310">https://doi.org/10.1115/1.1392310</a>.</li> <li>• 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." <i>Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P:</i></li> </ul>

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): 111. <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): 177382. <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): 18191. <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): 52131. <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): 137381. <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): 48189. <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, 16386. Springer Tracts in Advanced





1	<b>Modulbezeichnung</b> 47612	<b>Tracking Olympiad</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Tracking Olympiad (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Kist René Groh	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Kist	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>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 teams tracking prediction needs to be an algorithm that incorporates each students tracking algorithm. The teams score will be evaluated by applying the teams 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.</p> <p>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&amp;A depending on the individual students progress with voluntary developmental time.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• will be able to create own code</li> <li>• are able to create acquire and annotate own data</li> <li>• can document their code</li> <li>• will strengthen their team skills</li> <li>• can develop tracking algorithms</li> <li>• will learn about latest AI methods</li> <li>• can present complex topics</li> <li>• can extract relevant information from journal papers</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Burger and Burge, Principles of Digital Image Processing (all volumes)</li> <li>• Howes and Minichino, Learning OpenCV 4 Computer Vision with Python 3</li> <li>• Sebastian Raschka, Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2</li> <li>• Aurélien Géron, Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow</li> <li>• Pereira et al., Quantifying behaviour to understand the brain, Nat Neurosci 2020</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47606	<b>Voice-enabled healthcare</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar: Advanced Medical Imaging (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Björn Heismann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Felix Denzinger PD Dr. Björn Heismann Fabian Wagner
5	<b>Inhalt</b>	Voice recognition, speech synthesis, sentiment analysis and natural language processing are groundbreaking technologies for improved human machine interactions. This seminar intends to give students the opportunity to get in touch with the latest technologies in this space and venture out on a literature review or prototype building journey to improve healthcare applications. The seminar features a lecture part where participants are introduced to the algorithmic background of voice and natural language processing. You are enabled to analyze literature and / or develop own prototypes of voice-enabled healthcare applications. Potential fields of application include e.g. voice-controlled interventional devices and sentiment analysis for psychiatric diseases.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>*Objectives:*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand science of voice recognition and natural language processing</li> <li>• Understand medical human interactions and medical needs</li> <li>• Analyze combinations of voice technologies and potential applications in medicine</li> </ul> <p>*Skills:*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithmic background of voice recognition and NLP</li> <li>• Literature analysis and prototype building</li> <li>• Advanced knowledge: Medical technology</li> <li>• Basic knowledge: Medicine</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar Medizintechnik und Medizinethik Master of Science Medizintechnik 2013 M4 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

# M2

## Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 352989	<b>Algorithms of Numerical Linear Algebra</b> (Algorithms of numerical linear algebra)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Exercises in Algorithms of Numerical Linear Algebra (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Algorithms of Numerical Linear Algebra (4 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Benjamin Mann Prof. Dr. Ulrich Rüde	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ulrich Rüde
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vectors</li> <li>• Matrices</li> <li>• Vector Spaces</li> <li>• Matrix Factorizations</li> <li>• Orthogonalisation</li> <li>• Singular Value Decomposition</li> <li>• Eigenvalues</li> <li>• Krylov Space Methods</li> <li>• Arnoldi Method</li> <li>• Lanczos Method</li> <li>• Multigrid</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students apply solid theoretical knowledge for the foundations of modern solution techniques in Computational Engineering.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementary Numerical Mathematics</li> <li>• Engineering Mathematics or Equivalent,</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Trefethen, Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM 1997

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43821	<b>Computer Graphics</b> (Computer graphics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Computer Graphics Basic Tutorials (1 SWS) Vorlesung: Computer Graphics (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Jonas Müller Prof. Dr. Marc Stamminger	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Marc Stamminger	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Graphik Pipeline</li> <li>• Clipping</li> <li>• 3D Transformationen</li> <li>• Hierarchische Display Strukturen</li> <li>• Perspektive und Projektionen</li> <li>• Sichtbarkeitsbetrachtungen</li> <li>• Rastergraphik und Scankonvertierung</li> <li>• Farbmodelle</li> <li>• Lokale und globale Beleuchtungsmodelle</li> <li>• Schattierungsverfahren</li> <li>• Ray Tracing und Radiosity</li> <li>• Schatten und Texturen</li> </ul> <p>Contents:</p> <p>This lecture covers the following aspects of Computer Graphics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• graphics pipeline</li> <li>• clipping</li> <li>• 3D transformations</li> <li>• hierarchical display structures</li> <li>• perspective transformations and projections</li> <li>• visibility determination</li> <li>• raster graphics and scan conversion</li> <li>• color models</li> <li>• local and global illumination models</li> <li>• shading models</li> <li>• ray tracing and radiosity</li> <li>• shadows and textures</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder</li> <li>• erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone</li> <li>• beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen</li> </ul>	

		<p>die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Visibilitätsberechnung</li> <li>• vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik</li> <li>• illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen</li> <li>• erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline</li> <li>• lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen</li> <li>• klassifizieren Schattierungsverfahren</li> <li>• bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiosity</li> </ul> <p>*Educational objectives and skills:*</p> <p>Students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe the processing steps in the graphics pipeline</li> <li>• explain clipping algorithms for lines and polygons</li> <li>• explain, characterize and compute affine and perspective transformations in 2D and 3D, and provide an intuitive description of the general form of corresponding transformation matrices in homogeneous coordinates</li> <li>• depict techniques to compute depth, occlusion and visibility</li> <li>• compare the different color models</li> <li>• describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes</li> <li>• explain the algorithms for rasterization and scan conversion</li> <li>• solve problems with shading and texturing of 3D virtual models</li> <li>• classify different shadowing techniques</li> <li>• explain the difference between local and global illumination techniques and formulate algorithms for ray tracing and radiosity</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester



13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002</li> <li>• Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGL. Pearson</li> <li>• Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice</li> <li>• Rauber: Algorithmen der Computergraphik</li> <li>• Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik</li> <li>• Encarnaçã, Strasser, Klein: Computer Graphics</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43394	<b>Computergraphik (Vorlesung mit Übung und Praktikum)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Computer Graphics Basic Tutorials (1 SWS) Vorlesung: Computer Graphics (3 SWS) Übung: Computer Graphics Advanced Tutorials (2 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Jonas Müller Prof. Dr. Marc Stamminger	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Marc Stamminger	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Graphik Pipeline</li> <li>• Clipping</li> <li>• 3D Transformationen</li> <li>• Hierarchische Display Strukturen</li> <li>• Perspektive und Projektionen</li> <li>• Sichtbarkeitsbetrachtungen</li> <li>• Rastergraphik und Scankonvertierung</li> <li>• Farbmodelle</li> <li>• Lokale und globale Beleuchtungsmodelle</li> <li>• Schattierungsverfahren</li> <li>• Ray Tracing und Radiosity</li> <li>• Schatten und Texturen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder</li> <li>• erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone</li> <li>• beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten</li> <li>• skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Sichtbarkeitsberechnung</li> <li>• vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik</li> <li>• illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen</li> <li>• erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline</li> <li>• implementieren 3D Transformationen mithilfe der Programmiersprache C++ und der graphischen Bibliothek OpenGL</li> <li>• Implementieren Beleuchtungsmodelle und Texturierung von virtuellen 3D Objekten mithilfe der Programmiersprachen OpenGL und GLSL</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen</li> <li>• klassifizieren Schattierungsverfahren</li> <li>• bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiosity</li> </ul> <p>*Educational objectives and skills:*</p> <p>Students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe the processing steps in the graphics pipeline</li> <li>• explain clipping algorithms for lines and polygons</li> <li>• explain, characterize and compute affine and perspective transformations in 2D and 3D, and provide an intuitive description of the general form of corresponding transformation matrices in homogeneous coordinates</li> <li>• depict techniques to compute depth, occlusion and visibility</li> <li>• compare the different color models</li> <li>• describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes</li> <li>• explain the algorithms for rasterization and scan conversion</li> <li>• solve problems with shading and texturing of 3D virtual models</li> <li>• classify different shadowing techniques</li> <li>• explain the difference between local and global illumination techniques and formulate algorithms for ray tracing and radiosity</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Übungsleistung Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002</li> <li>• Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGLD. Pearson</li> </ul>

- Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice
- Rauber: Algorithmen der Computergraphik
- Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik
- Encarnaçã, Strasser, Klein: Computer Graphics

1	<b>Modulbezeichnung</b> 451696	<b>Cyber-Physical Systems</b> (Cyber-physical systems)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Cyber-Physical Systems (2 SWS) Vorlesung: Cyber-Physical Systems (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Torsten Klie	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Dr.-Ing. Torsten Klie
5	<b>Inhalt</b>	<p>Klassische Computersysteme zeichnen sich durch eine strikte Trennung von realer und virtueller Welt aus. Moderne Steuerungssysteme, die z.B. in modernen Fahrzeugen verbaut sind und die aus einer Vielzahl von Sensoren und Aktoren bestehen, entsprechen diesem Bild nur sehr eingeschränkt.</p> <p>Diese Systeme, oft "Cyber-Physical Systems (CPS)" genannt, erkennen ihre physische Umgebung, verarbeiten diese Informationen und können die physische Umwelt auch koordiniert beeinflussen. Hierzu ist eine starke Kopplung von physischem Anwendungsmodell und dem Computer-Steuerungsmodell nötig. Im Unterschied zu Eingebetteten Systemen bestehen CPS meist aus vielen vernetzten Komponenten, die sich selbständig untereinander koordinieren.</p> <p>Diese Vorlesung spannt den Bogen von kontrolltheoretischen Grundlagen über Selbstorganisationsprinzipien bis hin zu visionären Anwendungen aus den Bereichen Verkehr und Medizintechnik. Ferner werden Entwurfsmethoden für Cyber-Physical Systems vorgestellt.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erläutern, was Cyber-Physical Systems sind und auf welchen technologischen Grundlagen sie aufbauen, insbesondere in den Bereichen Regelungstechnik, Ablaufplanung, Kommunikation und Selbstorganisation bewerten CPS in verschiedenen Anwendungsgebieten</p> <p>stellen den Entwurfsprozess von CPS dar, insbesondere die Modellierung und die grundlegende Programmierung entdecken</p>

		wesentliche Herausforderungen beim Entwurf, Ausbringung und Einsatz von CPS.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Andrea Bondavalli, Sara Bouchenak und Hermann Kopetz (Hrsg.) Cyber-Physical Systems of Systems: Foundations – A Conceptual Model and Some Derivations: The AMADEOS Legacy. Springer 2016.</li> <li>• Otto Föllinger Regelungstechnik. Hüthig 1992.</li> <li>• Hilmar Jaschek und Holger Voos Grundkurs der Regelungstechnik. Oldenbourg 2010.</li> <li>• Jörg Kahlert Crash-Kurs Regelungstechnik. VDE Verlag 2010.</li> <li>• Peter Marwedel Embedded Systems Design – Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things, 4. Auflage. Springer 2021</li> <li>• André Platzner Logic Foundations of Cyber-physical Systems. Springer 2018.</li> <li>• Wolfgang Schneider Praktische Regelungstechnik. Vieweg +Teubner 2008.</li> <li>• Walid M. Taha, Abd-Ehamid M. Taha und Johan Thunberg Cyber-physical Systems – A Model-based Approach. Springer 2021.</li> </ul> <p>Weitere Informationen:</p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/cyber-physical-systems/">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/cyber-physical-systems/</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 636348	<b>Cyber-Physical Systems</b> (Cyber-physical systems)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Cyber-Physical Systems (2 SWS) Vorlesung: Cyber-Physical Systems (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Torsten Klie	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Torsten Klie	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Klassische Computersysteme zeichnen sich durch eine strikte Trennung von realer und virtueller Welt aus. Moderne Steuerungssysteme, die z.B. in modernen Fahrzeugen verbaut sind und die aus einer Vielzahl von Sensoren und Aktoren bestehen, entsprechen diesem Bild nur sehr eingeschränkt.</p> <p>Diese Systeme, oft "Cyber-Physical Systems (CPS)" genannt, erkennen ihre physische Umgebung, verarbeiten diese Informationen und können die physische Umwelt auch koordiniert beeinflussen. Hierzu ist eine starke Kopplung von physischem Anwendungsmodell und dem Computer-Steuerungsmodell nötig. Im Unterschied zu Eingebetteten Systemen bestehen CPS meist aus vielen vernetzten Komponenten, die sich selbständig untereinander koordinieren.</p> <p>Diese Vorlesung spannt den Bogen von kontrolltheoretischen Grundlagen über Selbstorganisationsprinzipien bis hin zu visionären Anwendungen aus den Bereichen Verkehr und Medizintechnik. Ferner werden Entwurfsmethoden für Cyber-Physical Systems vorgestellt.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erläutern, was Cyber-Physical Systems sind und auf welchen technologischen Grundlagen sie aufbauen, insbesondere in den Bereichen Regelungstechnik, Ablaufplanung, Kommunikation und Selbstorganisation bewerten CPS in verschiedenen Anwendungsgebieten</p> <p>stellen den Entwurfsprozess von CPS dar, insbesondere die Modellierung und die grundlegende Programmierung entdecken wesentliche Herausforderungen beim Entwurf, Ausbringung und Einsatz von CPS.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andrea Bondavalli, Sara Bouchenak und Hermann Kopetz (Hrsg.) Cyber-Physical Systems of Systems: Foundations – A Conceptual Model and Some Derivations: The AMADEOS Legacy. Springer 2016.</li> <li>• Otto Föllinger Regelungstechnik. Hüthig 1992.</li> <li>• Hilmar Jaschek und Holger Voos Grundkurs der Regelungstechnik. Oldenbourg 2010.</li> <li>• Jörg Kahlert Crash-Kurs Regelungstechnik. VDE Verlag 2010.</li> <li>• Peter Marwedel Embedded Systems Design – Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things, 4. Auflage. Springer 2021</li> <li>• André Platzner Logic Foundations of Cyber-physical Systems. Springer 2018.</li> <li>• Wolfgang Schneider Praktische Regelungstechnik. Vieweg +Teubner 2008.</li> <li>• Walid M. Taha, Abd-Ehamid M. Taha und Johan Thunberg Cyber-physical Systems – A Model-based Approach. Springer 2021.</li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 47677	<b>Data Science Survival Skills</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Data Science Survival Skills (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Kist	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Kist	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Data Scientists need a comprehensive toolbox for their work. This consists for example of data acquisition, data cleaning, data processing and data visualization. In this course, we highlight good practices and approaches, and provide intensive hands-on experience.</p> <p>In particular, this course covers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Data handling and storage</li> <li>Lossy and lossless data compression</li> <li>Data acquisition and API usage</li> <li>Data visualization in scientific figures and movies</li> <li>Data analysis platforms</li> <li>Multithreading and multiprocessing</li> <li>Code vectorization and just-in-time compilation</li> <li>Code profiling</li> <li>Prototyping Graphical User Interfaces</li> <li>Workflow optimization techniques</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>will be able to create own code for working with data</li> <li>can carry out research projects in data science</li> <li>can apply code optimization strategies</li> <li>can design own graphical user interfaces for convenient interaction with data</li> <li>can produce high-quality data visualization as needed for scientific publications</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	It is recommended to have prior knowledge of the programming language Python (e.g. through GSProg or SciProgPy) and first exposure to data.	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Edward Tufte: The Visual Display of Quantitative Information  Cole Nussbaum Knaflitz: Storytelling with data  Wes McKinney: Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython  Gabriele Lanaro: Python High Performance  Micha Gorelick, Ian Ozsvald: High Performance Python  Alan D Moore: Mastering GUI Programming with Python

1	<b>Modulbezeichnung</b> 901895	<b>Deep Learning</b> (Deep learning)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Deep Learning (2 SWS) Übung: Deep Learning Exercises (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Leonhard Rist Zijin Yang	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Felix Denzinger Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Fabian Wagner
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>This lecture introduces the core elements of neural networks and deep learning, it comprises:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (multilayer) perceptron, backpropagation, fully connected neural networks</li> <li>• loss functions and optimization strategies</li> <li>• convolutional neural networks (CNNs)</li> <li>• activation functions</li> <li>• regularization strategies</li> <li>• common practices for training and evaluating neural networks</li> <li>• visualization of networks and results</li> <li>• common architectures, such as LeNet, Alexnet, VGG, GoogleNet</li> <li>• recurrent neural networks (RNN, TBPTT, LSTM, GRU)</li> <li>• deep reinforcement learning</li> <li>• unsupervised learning (autoencoder, RBM, DBM, VAE)</li> <li>• generative adversarial networks (GANs)</li> <li>• weakly supervised learning</li> <li>• applications of deep learning (segmentation, object detection, speech recognition, ...)</li> </ul> <p>The accompanying exercises will provide a deeper understanding of the workings and architecture of neural networks.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the different neural network components,</li> <li>• compare and analyze methods for optimization and regularization of neural networks,</li> <li>• compare and analyze different CNN architectures,</li> <li>• explain deep learning techniques for unsupervised / semi-supervised and weakly supervised learning,</li> <li>• explain deep reinforcement learning,</li> <li>• explain different deep learning applications,</li> <li>• implement the presented methods in Python,</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• autonomously design deep learning techniques and prototypically implement them,</li> <li>• effectively investigate raw data, intermediate results and results of Deep Learning techniques on a computer,</li> <li>• autonomously supplement the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature,</li> <li>• discuss the social impact of applications of deep learning applications.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning. MIT Press, 2016.</li> <li>• Christopher Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag, Heidelberg, 2006</li> <li>• Yann LeCun, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton: Deep learning. Nature 521, 436444 (28 May 2015)</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47800	<b>Digital Communications</b> (Digital communications)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Digital Communications (3 SWS) Übung: Tutorial for Digital Communications (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Laura Cottatellucci Brikena Kaziu	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Laura Cottatellucci
5	<b>Inhalt</b>	<p>Alle modernen Kommunikationssysteme basieren auf digitalen Übertragungsverfahren.</p> <p>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.</p> <p>---</p> <p>Modern communication systems are based on digital transmission methods.</p> <p>This course covers basics of analysis and design of digital transmitters and receivers.</p> <p>Initially, we consider a simple channel model whose received signal is impaired only by additive white Gaussian noise. Then, we extend fundamental concepts to channels with unknown phases and distortion. Additionally, we treat digital modulation techniques, e.g., pulse amplitude modulation (PAM), digital frequency modulation (FSK) and continuous-phase modulation (CPM), and orthogonal constellations. The Nyquist criterion in time and frequency domain, optimal coherent and incoherent detection and decoding methods, signal space representations of digitally modulated signals, various equalization methods, and multicarrier transmission methods are also discussed.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren und klassifizieren digitale Modulationsverfahren hinsichtlich ihrer Leistungs- und Bandbreiteneffizienz sowie ihres Spitzenwertfaktors,</li> <li>ermitteln notwendige Kriterien für impulsinterferenzfreie Übertragung,</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakterisieren digitale Modulationsverfahren im Signalraum,</li> <li>• ermitteln informationsverlustfreie Demodulationsverfahren,</li> <li>• entwerfen optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren,</li> <li>• vergleichen verschiedene Entzerrungsverfahren hinsichtlich deren Leistungsfähigkeit und Komplexität,</li> <li>• entwerfen einfache digitale Übertragungssysteme mit vorgeschriebenen Leistungs- und Bandbreiteneffizienzen sowie Spitzenwertfaktoren.</li> <li>• --</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analyze and classify digital modulation techniques in terms of performance and bandwidth efficiency as well as crest factor,</li> <li>• determine necessary criteria to design impulses for interference-free transmission,</li> <li>• characterize digital modulation methods in signal space,</li> <li>• determine information loss-free demodulation methods,</li> <li>• design optimal coherent and incoherent detection and decoding methods,</li> <li>• compare different equalization methods in terms of performance and complexity,</li> <li>• design simple digital transmission systems with prescribed power and bandwidth efficiency and crest factor.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93500	<b>Digitale Signalverarbeitung</b> (Digital signal processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Digitale Signalverarbeitung (1 SWS) Vorlesung: Digitale Signalverarbeitung (3 SWS) Tutorium: Tutorium zu Digitale Signalverarbeitung (1 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Heinrich Löllmann Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>The last section is dedicated to investigating effects of finite wordlength as they are unavoidable in any realization of digital signal processing systems.</p> <p>A corresponding lab course on DSP will be offered in the winter term.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme durch Ermittlung der beschreibenden Funktionen und Parameter</li> <li>• wenden grundlegende Verfahren zum Entwurf zeitdiskreter Systeme an und evaluieren deren Leistungsfähigkeit</li> <li>• verstehen die Unterschiede verschiedener Methoden zur Spektralanalyse und können damit vorgegebene Signale analysieren</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Beschreibungsmethoden von Multiraten-Systemen und wenden diese zur Beschreibung von Filterbänken an</li> <li>• kennen elementare Methoden zur Analyse von Effekten endlicher Wortlängen und wenden diese auf zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme an</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analyze discrete-time linear time-invariant systems by determining the describing function and parameters</li> <li>• apply fundamental approaches for the design of discrete-time systems and evaluate their performance</li> <li>• understand the differences between various methods for spectral analysis and apply them to the analysis of given signals</li> <li>• understand methods to represent multirate systems and apply them for the representation of filter banks</li> <li>• know basic methods for the analysis of finite word length effects and apply them to discrete-time linear time-invariant systems.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>*Empfohlene Literatur/ Recommended Reading:*</p> <p>*1.* J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.</p> <p>*2.* A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.</p> <p>*3.* K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012</p>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 93510	<b>Digitale Übertragung</b> (Digital communications)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digitalen Übertragung - Übungen (1 SWS) Vorlesung: Digitale Übertragung (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Lukas Brand Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Laura Cottatellucci Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	<b>Inhalt</b>	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.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren und klassifizieren digitale Modulationsverfahren hinsichtlich ihrer Leistungs- und Bandbreiteneffizienz sowie ihres Spitzenwertfaktors,</li> <li>• ermitteln notwendige Kriterien für impulsinterferenzfreie Übertragung,</li> <li>• charakterisieren digitale Modulationsverfahren im Signalraum,</li> <li>• ermitteln informationsverlustfreie Demodulationsverfahren,</li> <li>• entwerfen optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren,</li> <li>• vergleichen verschiedene Entzerrungsverfahren hinsichtlich deren Leistungsfähigkeit und Komplexität,</li> <li>• entwerfen einfache digitale Übertragungssysteme mit vorgeschriebenen Leistungs- und Bandbreiteneffizienzen sowie Spitzenwertfaktoren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182

		M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43940	<b>Echtzeitsysteme</b> (Real-time computing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Rechnerübungen zu Echtzeitsysteme (2 SWS) Vorlesung: Echtzeitsysteme (2 SWS) Übung: Übungen zu Echtzeitsysteme (2 SWS)	- - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Peter Wägemann Simon Schuster Tim Rheinfels	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Peter Wägemann
5	<b>Inhalt</b>	<p>Videobearbeitung in Echtzeit, Echtzeitstrategiespiel, echtzeitfähig - der Begriff Echtzeit ist wohl einer der am meisten strapazierten Begriffe der Informatik und wird in den verschiedensten Zusammenhängen benutzt. Diese Vorlesung beschäftigt sich mit dem Begriff Echtzeit aus der Sicht von Betriebssystemen - was versteht man eigentlich unter dem Begriff Echtzeit im Betriebssystemumfeld, wo und warum setzt man sog. Echtzeitbetriebssysteme ein und was zeichnet solche Echtzeitbetriebssysteme aus?</p> <p>In dieser Vorlesung geht es darum, die oben genannten Fragen zu beantworten, indem die grundlegenden Techniken und Mechanismen vermittelt werden, die man im Betriebssystemumfeld verwendet, um Echtzeitsysteme und Echtzeitbetriebssysteme zu realisieren. Im Rahmen dieser Vorlesung werden unter anderem folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zeitgesteuerte und ereignisgesteuerte Systeme</li> <li>• statische und dynamische Ablaufplanungsverfahren</li> <li>• Fadensynchronisation in Echtzeitbetriebssystemen</li> <li>• Behandlung von periodischen und nicht-periodischen Ereignissen</li> </ul> <p>In den begleitenden Übungen werden die in der Vorlesung vorgestellten Techniken bei der Entwicklung eines kleinen Echtzeitsystems praktisch umgesetzt.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden die verschiedenen Komponenten eines Echtzeitsystems.</li> <li>• bewerten die Verbindlichkeiten von Terminvorgaben (weich, fest, hart).</li> <li>• erläutern die Zusammensetzung des Laufzeitverhaltes einer Echtzeitanwendung.</li> <li>• klassifizieren die Berührungspunkte zwischen physikalischem Objekt und kontrollierendem Echtzeitsystem.</li> <li>• interpretieren die Zeitparameter des durch das Echtzeitrechnungssystem zu kontrollierenden Objekts.</li> </ul>

- nennen die Zeitparameter des zugrundeliegenden Rechensystems (Unterbrechungslatenz, Ausführungszeit, ...).
- unterscheiden synchrone und asynchrone Programmunterbrechung (insbesondere Trap/Interrupt, Ausnahmebehandlung und Zustandssicherung).
- skizzieren die Verwaltungsgemeinkosten des schlimmsten Falls.
- entwickeln in der Programmiersprache C und wenden die GNU Werkzeugkette für den ARM Cortex M4 Microcontroller an.
- erstellen Echtzeitanwendungen auf Basis der eCos OS-Schnittstelle
- ordnen die Strukturelemente von Echtzeitanwendungen zu: Aufgabe, Arbeitsauftrag und Faden.
- erläutern die Implikationen von zeitlichem Mehrfachbetrieb auf die Verwaltungsgemeinkosten.
- unterscheiden die Umsetzungsalternativen zur Ablaufsteuerung und die Trennung der Belange in Einplanung (Strategie) und Einlastung (Mechanismus).
- benennen die grundsätzliche Verfahren der Ablaufsteuerung (taktgesteuert, reihum, vorrangesteuert).
- erklären die grundlegenden Zeitparameter einer Aufgabe (Auslösezeitpunkt, Termin, Antwortzeit, Latenz, Ausführungszeit, Schlupfzeit).
- unterscheiden die Grundlagen der Planbarkeit (gültig vs. zulässig, Optimalität von Einplanungsalgorithmen).
- beschreiben den Unterschied zwischen konstruktiver und analytischer Einhaltung von Terminen-.
- vergleiche die Möglichkeiten (statisch, dynamisch) der zeitliche Analyse von Echtzeitanwendungen.
- erklären die Grundlagen und Beschränkungen von dynamischer (worst-case?) und statischer WCET-Analyse (makroskopisch und mikroskopisch).
- illustrieren Lösungsverfahren zur Bestimmung des längsten Ausführungspfads (Timing Schema, IPET).
- erstellen Zeitmessung mittels Zeitgeber / Oszilloskop und bestimmen den längsten Pfad durch Code-Review.
- erproben werkzeuggestützte WCET-Analyse mittels des absint aiT Analysewerkzeugs.
- beschreiben die Grundlagen der Abfertigung periodischer Echtzeitsysteme (Periode, Phase, Hyperperiode).
- skizzieren das periodische Modell und dessen Folgen (Entwicklungskomfort vs. Analysierbarkeit).
- erklären die ereignisgesteuerte Ausführung (feste und dynamische Priorität, Verdrängbarkeit) mittels ereignisorientierter Planer (Berechnungskomplexität, MLQ-Scheduler, O(1)-Scheduler).
- unterscheiden die zeitgesteuerte Ausführung (Busy Loop, Ablaufplan) und die Abfertigung von Arbeitsaufträgen im Abfrage- bzw. Unterbrecherbetrieb.

- wenden die Grundlagen der ereignisgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme an.
- unterscheiden Verfahren zur statischen (RM, DM) und dynamischen Prioritätsvergabe (EDF, LRT, LST).
- nennen den Unterschied zwischen Anwendungs- und Systemebene (Mehrdeutigkeit von Prioritäten).
- erläutern den Optimalitätsnachweis des RM-, DM- und EDF-Algorithmus und dessen Ausnahmen.
- beschreiben grundlegende Verfahren zur Planbarkeitsanalyse (CPU-Auslastung, Antwortzeitanalyse).
- implementieren komplexe Aufgabensysteme in eCos.
- unterscheiden die Grundlagen der zeitgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme.
- erstellen regelmäßige, zyklische Ablaufpläne (cyclic executive model, Rahmen).
- vergleiche Methoden der manuellen und algorithmischen Ablaufplanung.
- unterscheiden optimale von heuristischen Verfahren (List Scheduling, Branch & Bound).
- diskutieren die Konsequenzen eines Betriebswechsels in Echtzeitsystemen.
- erstellen takt- beziehungsweise ereignisgesteuerte Abläufe in eCos beziehungsweise tt-eCos.
- klassifizieren die Grundlagen der Abfertigung nicht-periodischer Echtzeitsysteme (minimale Zwischenankunftszeit).
- definieren die Verbindlichkeiten von nicht-periodischen Aufgaben (aperiodisch, sporadisch)
- zeigen die sich ergebenden Restriktionen des periodischen Modells (Mischbetrieb, Prioritätswarteschlangen, Übernahmeprüfung) auf.
- beschreiben die Basistechniken des Laufzeitsystems (Zusteller, Unterbrecherbetrieb, Hintergrundbetrieb).
- quantifizieren die Eigenschaften und Auswirkungen auf den periodischen Teil des Echtzeitsystems.
- formulieren die Grundlagen des Slack-Stealing.
- beschreiben den Einsatz von bandweite-bewahrenden Zustellern.
- unterscheiden aufschiebbarer Zusteller und Sporadic Server (SpSL und POSIX).
- wenden eine Übernahmeprüfung bei sporadischen Aufgaben mittels dichte- oder schlupfbasierten Akzeptanztests an.
- arbeiten einen strukturierter Ablaufplan (Rahmen) aus und untersuchen den Einsatz von Slack-Stealing.
- ermitteln gerichtete Abhängigkeiten und Rangfolgen in Echtzeitanwendungen (Abhängigkeits- und Aufgabengraph).
- stellen Umsetzungsalternativen für Abhängigkeiten einander gegenüber (naiv, implizit, explizit).
- beschreiben das Konzept der zeitlichen Domänen und physikalischer bzw. logischer Ereignisse.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• übertragen Abhängigkeiten auf das Problem der Ablaufplanung (modifiziere Auslösezeitpunkt/Termin, Phasenversatz).</li> <li>• konzipieren Rangfolge und aperiodische Steuerung in eCos.</li> <li>• implementieren einen aperiodischer Moduswechsel mit Zustandsüberführung in eCos.</li> <li>• wenden die Grundlagen von Wettstreit um Betriebsmitteln, Konkurrenz und Konfliktsituationen (kritische Abschnitte, (un)kontrollierte Prioritätsumkehr) an.</li> <li>• beschreiben echtzeitfähige Synchronisationsprotokolle (NPCS, PI, PCP).</li> <li>• nennen die Vor- und Nachteile der Techniken (transitive Blockung, Verklemmungen).</li> <li>• hinterfragen die Vereinfachung des PCP durch stapelbezogene Grenzprioritäten.</li> <li>• bestimmen die Ablaufplanung unter Berücksichtigung von Blockierungszeiten und Selbstsuspendierung.</li> <li>• implementieren Zugriffskontrolle (NPCS, PI, PCP) in Echtzeitanwendungen mit eCos.</li> <li>• erläutern die Anforderungen an verteilte Echtzeitsysteme (Komposition, Erweiterbarkeit, Komplexität, Ereignis- vs. Zustandsnachricht).</li> <li>• fassen die Grundlagen von Knoten, Netzwerkschnittstellen und Netzübergängen sowie die Konzepte der expliziten und impliziten Flusskontrolle zusammen.</li> <li>• erschließen sich typische Probleme (zeitliche Analyse, Beobachtbarkeit, Synchronisation, Rangfolge) und Fehlerquellen bei der Programmierung von Echtzeitanwendungen.</li> <li>• können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten.</li> <li>• können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.</li> <li>• reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.</li> <li>• können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich.</p> <p>Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein, eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang nicht.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)

12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hermann Kopetz. Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications. Kluwer Academic Publishers, 1997.</li> <li>• Jane W. S. Liu. Real-Time Systems. Prentice-Hall, Inc., 2000.</li> <li>• Wolfgang Schröder-Preikschat. Softwaresysteme 1. Vorlesungsfolien. 2006.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43945	<b>Echtzeitsysteme 2</b> (Real-time computing 2)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Echtzeitsysteme 2 - Verlässliche Echtzeitsysteme - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Echtzeitsysteme 2 - Verlässliche Echtzeitsysteme (2 SWS) Übung: Echtzeitsysteme 2 - Verlässliche Echtzeitsysteme - Erweiterte Übungen (2 SWS) Übung: Echtzeitsysteme 2 - Verlässliche Echtzeitsysteme - Rechnerübungen (2 SWS)	- - - -
3	Lehrende	Peter Wägemann Phillip Raffeck Simon Schuster Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Peter Wägemann
5	<b>Inhalt</b>	<p>Viele Echtzeitsysteme sind in Bereiche des täglichen Lebens eingebettete, die hohe Anforderungen an die funktionale Sicherheit dieser Systeme stellen. Beispiele hierfür sind Fahrerassistenzsysteme in modernen Automobilen, medizinische Geräte, Prozessanlagen in Kernkraftwerken oder Chemiefabriken oder Flugzeuge. Fehlfunktionen in diesen Anwendungen ziehen mitunter katastrophale Konsequenzen nach sich - Menschen können ernsthaft verletzt oder sogar getötet werden, Landstriche können unbewohnbar gemacht oder zumindest großer finanzieller Schaden verursacht werden.</p> <p>Dieses Modul betrachtet Methoden und Werkzeuge, die uns helfen können, einerseits *zuverlässig Software zu entwickeln* (also Fehler im Programm zu entdecken und zu vermeiden), und andererseits *zuverlässige Software zu entwickeln* (also Abstraktionen, die auch im Fehlerfall ihre Gültigkeit behalten). Hierbei steht weniger die Vermittlung theoretischer Grundkenntnisse auf diesen Gebieten im Vordergrund, also vielmehr</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die praktische Anwendung existierende Werkzeuge und Methoden</li> <li>• sowie die Erfahrung und das Verständnis ihrer Grenzen.</li> </ul> <p>Auf diese Weise soll ein Fundament für die konstruktive Umsetzung verlässlicher Echtzeitsysteme gelegt werden. Dieses Modul soll daher fundierte Anknüpfungspunkte für die Entwicklung verlässlicher Echtzeitsysteme vermitteln, die Ad-hoc-Techniken möglichst ersetzen sollen.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen die Konzepte und die Taxonomie verlässlicher Systeme, unterscheiden Software- und Hardwarefehler und klassifizieren Fehler (Defekt, Fehler, Fehlverhalten).</li> </ul>



- stellen Fehlerbäume auf.
- organisieren Softwareentwicklungsprojekte mittels der Versionsverwaltung git.
- vergleichen die verschiedenen Arten der Redundanz als Grundvoraussetzung für Fehlererkennung und -toleranz.
- entwickeln fehlertolerante Systeme mittels Replikation.
- diskutieren die Fehlerhypothese und die Sicherstellung von Replikdeterminismus.
- erläutern die Vor- und Nachteile softwarebasierter Replikation und den Einsatz von Diversität.
- wenden Informationsredundanz zur Härtung von Daten- und Kontrollflüssen an.
- bewerten die Effektivität der arithmetischer Codierung von Programmen und verallgemeinern diesen Ansatz auf die verschiedenen Implementierungsebenen (Maschinenprogramm zu Prozessinkarnation).
- interpretieren den Einfluss der Ausführungsplattform (Hardware, Betriebssystem) auf die Leistungsfähigkeit der Fehlererkennung.
- konzipieren eine fehlertolerante Ausführungsumgebung für ein softwarebasiertes TMR-System basierend auf ANBD-Codierung.
- nennen die Grundlagen der systematischen Fehlerinjektion.
- überprüfen die Wirksamkeit von Fehlertoleranzmechanismen mittels Fehlerinjektion auf der Befehlssatzebene.
- entwickeln Testfälle für die Fehlerinjektion mittels des fail\*\* Werkzeugs.
- setzen Messergebnisse in Relation zu dem tatsächlichen Fehlerraum.
- beschreiben die Grundlagen der Fehlererholung (Vorwärts- bzw. Rückwärtskorrektur) und Reintegration fehlgeschlagener Knoten.
- vergleichen den Zustandstransfer am Beispiel der Running bzw. Recursive State Restoration.
- benennen Konzepte der Rückwärtskorrektur durch Entwurfalternativen (Recovery Blocks).
- fassen die Grundlagen des dynamischen Testens zusammen.
- unterscheiden Black-Box und White-Box Testverfahren.
- konzipieren und implementieren Testfälle.
- überprüfen die Testüberdeckung anhand grundlegender Überdeckungskriterien (Anweisungs- bis Bedingungsüberdeckung).
- geben die Grundlagen der statischen Programmanalyse wieder.
- nennen die Funktionsweise von Hoare- WP-Kalkül.
- verifizieren eine Ampelsteuerung mittels des FramaC Werkzeugs zur statischen Analyse von C Programmen.
- beschreiben den Korrektheitsnachweis mittels abstrakter Interpretation und unterscheiden die konkrete von der abstrakten Programmsemantik.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Funktionsweise von Sammel- und Präfixsemantiken.</li> <li>• erstellen einen Korrektheitsbeweis für einen a-b-Filter mittels des Astrée Werkzeugs zur abstrakten Interpretation von C Programmen.</li> <li>• bewerten die Verlässlichkeit kommerzieller, sicherheitskritischer Systeme anhand von Fallstudien (Sizewell B, Airbus A320).</li> <li>• erschließen sich typische Probleme und Fehlerquellen bei der Programmierung von eingebetteten Systemen im Allgemeinen.</li> <li>• klassifizieren Fallstricke und Mehrdeutigkeiten in der Programmiersprache C99 im Besonderen.</li> <li>• können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten.</li> <li>• können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.</li> <li>• reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.</li> <li>• können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich. Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein.</p> <p>Weiterhin sind grundlegende Kenntnisse über Echtzeitsysteme eine, zum Beispiel durch den Besuch der Veranstaltung "Echtzeitsysteme", empfohlen.</p> <p>Eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang jedoch nicht.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44410	<b>Eingebettete Systeme</b> (Embedded systems)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Eingebettete Systeme (2 SWS) Vorlesung: Eingebettete Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Patrick Plagwitz Dominik Walter Khalil Esper PD Dr.Ing. Frank Hannig Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Schwerpunkt des Moduls ist der Entwurf und die Implementierung eingebetteter Systeme unter Einsatz formaler Methoden und rechnergestützter Entwurfsverfahren.</p> <p>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).</p> <p><b>Content:</b></p> <p><i>The focus of this module is the design and implementation of embedded systems using formal methods and computer-aided design techniques.</i></p> <p><i>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).</i></p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz - Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden setzen sich mit einem aktuellen Forschungsgebiet auseinander. The students deal with a current field of research.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte des Entwurfs eingebetteter Systeme. The students become familiar with the fundamental concepts of designing of embedded systems.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>Die Studierenden erfassen den Hardware/Software-Entwurf von Systemen mit harten Beschränkungen. The students understand the hardware/software design of hard-constrained systems.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl der Module „Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)“ und „Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen)“ aus.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Empfohlenes Buch zur Begleitung und Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6</li> </ul> <p>Weitere Informationen:</p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/eingebettete-systeme/">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/eingebettete-systeme/</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 209679	<b>Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)</b> (Embedded Systems)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Eingebettete Systeme (2 SWS) Vorlesung: Eingebettete Systeme (2 SWS) Übung: Erweiterte Übungen zu Eingebettete Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Patrick Plagwitz Dominik Walter Khalil Esper PD Dr.Ing. Frank Hannig Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul, Eingebettete Systeme mit erweiterter Übung, thematisiert den Entwurf und die Implementierung eingebetteter Systeme unter Einsatz formaler Methoden und rechnergestützter Entwurfsverfahren.</p> <p>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).</p> <p><b>Content:</b></p> <p><i>The focus of this module is the design and implementation of embedded systems using formal methods and computer-aided design techniques.</i></p> <p><i>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).</i></p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Fachkompetenz - Wissen	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden setzen sich mit einem aktuellen Forschungsgebiet auseinander. The students deal with a current field of research.</li> <li>• 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.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte des Entwurfs eingebetteter Systeme. The students become familiar with the fundamental concepts of designing of embedded systems.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden erfassen den Hardware/Software-Entwurf von Systemen mit harten Beschränkungen. The students understand the hardware/software design of hard-constrained systems.</li> <li>• Die Studierenden wenden aktuelle Entwurfswerkzeuge, die auf den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls installiert sind, an, um damit die Aufgaben der erweiterten Übungen unter Anleitung 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.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl der Module „Eingebettete Systeme“ und „Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen)“ aus.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Empfohlenes Buch zur Begleitung und Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6</li> </ul> <p>Weitere Informationen:</p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/eingebettete-systeme/">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/eingebettete-systeme/</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93540	<b>Ereignisgesteuerte Systeme</b> (Ereignisgesteuerte Systeme)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Ereignisgesteuerte Systeme (2 SWS) Vorlesung: Ereignisgesteuerte Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Stefan Wildermann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Dr.-Ing. Stefan Wildermann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die rasante Entwicklung von Rechnertechnologien in den vergangenen Jahrzehnten hatte die Verbreitung neuer dynamischer und komplexer Systeme zu Folge. Wesentliche Charakteristika solcher Systeme sind Verteiltheit, Nebenläufigkeit und das asynchrone Auftreten diskreter Ereignisse. Der Prozess, neue Modelle und Methoden für ereignisgesteuerte Systeme zu entwickeln, ist vergleichsweise jung. Der Rechner selbst spielt hierbei eine entscheidende Rolle als Werkzeug für Systementwurf, Analyse und Steuerung.</p> <p>Das Modul EGS hat zum Ziel, Modellierungs-, Simulations- und Entwurfsmethoden für verteilte und ereignisdiskrete Systeme zu vermitteln. Die Methoden werden dabei beispielhaft auf Anwendung aus den Bereichen Computernetzwerke, automatischen Produktionssysteme, komplexen Softwaresysteme und integrierte Steuerungs-, Kommunikations- und Informationssysteme angewendet.</p> <p>In diesem Kontext behandelt das Modul daher die folgenden Themenbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften komplexer Systeme</li> <li>• Überblick über Systeme und Modelle</li> <li>• Zeitfreie und zeitbehaftete Modelle</li> <li>• Stochastische Modelle</li> <li>• Umsetzung in Programmiersprachen</li> <li>• Simulation-, Entwurfs- und Testverfahren auf der Basis der vorgestellten Modelle.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Fachkompetenz - Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erläutern grundlegende Techniken zur Modellierung diskreter, ereignisgesteuerter Systeme, zeigen deren Vor- und Nachteile auf und vergleichen diese bezüglich Ihrer Mächtigkeit.</li> </ul> <p><b>Fachkompetenz - Anwenden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden wenden Modellierungs- und Analysetechniken aus dem Bereich endlicher Automaten, Petri-Netze, Markov-Ketten auf komplexe Systeme an.</li> <li>• Die Studierenden setzen die Modellierung und Analyse eines Systems mit einem konkreten Entwurfswerkzeug um.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	



8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Weitere Informationen:  <a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/ereignisgesteuerte-systeme">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/ereignisgesteuerte-systeme</a>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 575129	<b>Functional Analysis for Engineers</b> (Functional Analysis for Engineers)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Recitation of Functional Analysis for Engineers (2 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Functional Analysis for Engineers (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Souryadeep Saha Riccarda Scherner-Grießhammer Prof. Dr. Christoph Pflaum	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Christoph Pflaum	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vector spaces, norms, principal axis theorem</li> <li>• Banach spaces, Hilbert spaces</li> <li>• Sobolev spaces</li> <li>• theory of elliptic differential equations</li> <li>• Fourier transformation</li> <li>• distributions</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students can apply advanced methods in linear algebra and basic concepts of functional analysis.</p> <p>Furthermore, students execute applications in solving partial differential equations.</p> <p>Students can explain abstract mathematical structures.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrbuch: Dobrowolski, Angewandte Funktionalanalysis, Springer 2006.</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 796399	<b>Geometric Modeling</b> (Geometric modeling)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorials to Geometric Modeling (1 SWS) Vorlesung: Geometric Modeling (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Roberto Grosso	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Roberto Grosso Prof. Dr. Marc Stamminger	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul beschäftigt sich mit Methoden zur Modellierung dreidimensionaler Oberflächen. Typische Einsatzgebiete sind der rechnerunterstützte Entwurf (CAD, z.B. im Automobil- oder Flugzeugbau), die Rekonstruktion von Flächen aus Sensordaten oder die Konstruktion glatter Interpolationsflächen. Behandelt werden u.a. folgende Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polynomkurven</li> <li>• Bezierkurven, rationale Bezierkurven</li> <li>• B-Splines</li> <li>• Tensorproduktflächen</li> <li>• Bezier-Dreiecksflächen</li> <li>• polygonale Flächen</li> <li>• Subdivision-Verfahren</li> </ul> <p>This module is concerned with different aspects of modelling three-dimensional curves and surfaces. Typical areas of application are computer-aided design (CAD), reconstruction of surfaces from sensor data (reverse engineering) and construction of smooth interpolants.</p> <p>The lecture covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• polynomial curves</li> <li>• Bézier curves, rational Bézier curves</li> <li>• B-splines</li> <li>• tensor product surfaces</li> <li>• triangular Bézier surfaces</li> <li>• polyhedral surfaces</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Begriffe Polynomial-, Bezierkurven und B-Splines</li> <li>• klassifizieren und veranschaulichen die unterschiedlichen Auswertung- und Subdivision-Verfahren für Bezier-Kurven und B-Splines</li> <li>• veranschaulichen und ermitteln die Eigenschaften von Bezierkurven, rationalen Bezierkurven und B-Splines</li> <li>• beschreiben Tensorproduktflächen und skizzieren Auswertungsalgorithmen</li> <li>• erklären polygonale Flächen und Subdivision-Verfahren und veranschaulichen ihre Unterschiede und Eigenschaften</li> <li>• lernen gängige Datenstrukturen zur Darstellung polygonaler Flächen kennen</li> <li>• wenden die Verfahren der Geometrischen Modellierung an unterschiedlichen Beispiele an</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• berechnen Bezierkurven und B-Splines</li> <li>• führen Subdivision-Verfahren aus</li> </ul> <p>*Educational objectives and skills:*</p> <p>Students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the meaning of the terms Polynomial and Bezier curves and B-Splines</li> <li>• classify and illustrate the different evaluation and subdivision methods for Bezier curves and B-Splines</li> <li>• describe and establish the properties of Bezier curves, rational Bezier curves and B-Splines</li> <li>• describe tensor product surfaces and illustrated evaluation algorithms</li> <li>• explain polygonal surfaces and subdivision algorithms and depict their properties and differences</li> <li>• get used with common data structures to represent polygonal surfaces</li> <li>• apply geometric modeling algorithms to representative examples</li> <li>• compute Bezier curves and B-Splines</li> <li>• implement subdivision algorithms</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	elektronische Prüfung mit MultipleChoice
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	elektronische Prüfung mit MultipleChoice (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoschek, Lasser: Grundlagen der Geometrischen Datenverarbeitung</li> <li>• Farin: Kurven und Flächen im Computer Aided Geometric Design</li> <li>• de Boor: A Practical Guide to Splines</li> <li>• Bartels, Beatty, Barsky: Splines for Use in Computer Graphics and Geometric Modeling</li> <li>• Abramowski, Müller: Geometrisches Modellieren</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93181	<b>Grundlagen der Systemprogrammierung</b> (Foundations of system programming)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Systemprogrammierung 1 und 2 - Rechnerübungen (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 1 - Übung (2 SWS) Vorlesung: Systemprogrammierung 1 (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 1 - Übungen (für Wiederholer) (2 SWS)	- 2,5 ECTS 2,5 ECTS -
3	Lehrende	Dustin Nguyen Luis Gerhorst Jonas Rabenstein Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation)</li> <li>• Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme</li> <li>• Programmierung von Systemsoftware</li> <li>• C, Make, UNIX-Shell (Solaris, Linux, MacOS X)</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen</li> <li>• verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen</li> <li>• erlernen die Programmiersprache C</li> <li>• entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufchnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch

- Lehrbuch: Betriebssysteme Grundlagen, Entwurf, Implementierung, Wolfgang Schröder-Preikschat, 2008

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43490	<b>Hardware-Software-Co-Design</b> (Hardware-software-co-design)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) Vorlesung: Hardware-Software-Co-Design (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Muhammad Sabih Tobias Hahn Dr.-Ing. Stefan Wildermann Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Zahlreiche Realisierungen eingebetteter Systeme (z.B. Mobiltelefone, Faxgeräte, Industriesteuerungen) zeichnen sich durch kooperierende Hardware- und Softwarekomponenten aus. Die Popularität solcher Realisierungsformen lässt sich begründen durch 1) die steigende Vielfalt und Komplexität heterogener Systeme, 2) die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken und 3) Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Entwurfsmethoden). Zum Beispiel bieten Halbleiterhersteller kostengünstige ASICs an, die einen Mikrocontroller und benutzerspezifische Peripherie und Datenpfade auf einem Chip integrieren.</p> <p>Die Synthese solcher Systeme wirft jedoch eine Reihe neuartiger Entwurfsprobleme auf, insbesondere 1) die Frage der Auswahl von Hardware- und Softwarekomponenten, 2) die Partitionierung einer Spezifikation in Hard- und Software, 3) die automatische Synthese von Interface- und Kommunikationsstrukturen und 4) die Verifikation und Cosimulation.</p> <p>1) Überblick und Vergleich von Architekturen und Komponenten in Hardware/Software-Systemen.  2) Aufbau eines Compilers und Codeoptimierungsverfahren für Hardware und Software  3) Hardware/Software-Partitionierung (Partitionierung komplexer Systeme, Schätzungsverfahren, Performanzanalyse, Codegenerierung)  4) Interfacesynthese (Kommunikationsarten, Synchronisation, Synthese)  5) Verifikation und Cosimulation  6) Tafelübungen</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz - Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erhalten Einblick in ein aktuelles Forschungsgebiet.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden verstehen Grundlagen des modernen Systementwurfs.</li> <li>Die Studierenden erklären Implementierungsalternativen für digitale Hardware/Software-Systeme.</li> </ul>	

		<p>Fachkompetenz - Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an, zur Analyse und Optimierung von Hardware/Software-Systemen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Hardware-Software-Co-Design (Vorlesung mit erweiterter Übung)“ aus.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6</li> <li>Gajski, D. et al.: "Specification and Design of Embedded Systems", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994, ISBN: 978-0131507319</li> </ul> <p>Weitere Informationen:</p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design</a></p>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 958291	<b>Hardware-Software-Co-Design (Vorlesung mit erweiterter Übung)</b> (Hardware-Software-Co-Design (Lecture with extended exercises))	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) Vorlesung: Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) Übung: Erweiterte Übungen zu Hardware-Software-Co-Design (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Muhammad Sabih Tobias Hahn Dr.-Ing. Stefan Wildermann Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	<b>Inhalt</b>	<p>Zahlreiche Realisierungen eingebetteter Systeme (z.B. Mobiltelefone, Faxgeräte, Industriesteuerungen) zeichnen sich durch kooperierende Hardware- und Softwarekomponenten aus. Die Popularität solcher Realisierungsformen lässt sich begründen durch 1) die steigende Vielfalt und Komplexität heterogener Systeme, 2) die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken und 3) Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Entwurfsmethoden). Zum Beispiel bieten Halbleiterhersteller kostengünstige ASICs an, die einen Mikrocontroller und benutzerspezifische Peripherie und Datenpfade auf einem Chip integrieren.</p> <p>Die Synthese solcher Systeme wirft jedoch eine Reihe neuartiger Entwurfsprobleme auf, insbesondere 1) die Frage der Auswahl von Hardware- und Softwarekomponenten, 2) die Partitionierung einer Spezifikation in Hard- und Software, 3) die automatische Synthese von Interface- und Kommunikationsstrukturen und 4) die Verifikation und Cosimulation.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Überblick und Vergleich von Architekturen und Komponenten in Hardware/Software-Systemen.</li> <li>2) Aufbau eines Compilers und Codeoptimierungsverfahren für Hardware und Software</li> <li>3) Hardware/Software-Partitionierung (Partitionierung komplexer Systeme, Schätzungsverfahren, Performanzanalyse, Codegenerierung)</li> <li>4) Interfacesynthese (Kommunikationsarten, Synchronisation, Synthese)</li> <li>5) Verifikation und Cosimulation</li> <li>6) Tafelübungen</li> <li>7) Demonstrationen mit rechnergestützten Entwurfswerkzeugen und praktische Übungen</li> </ol>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz - Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erhalten Einblick in ein aktuelles Forschungsgebiet.</li> </ul>

		<p>Fachkompetenz - Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen Grundlagen des modernen Systementwurfs.</li> <li>• Die Studierenden erklären Implementierungsalternativen für digitale Hardware/Software-Systeme.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an, zur Analyse und Optimierung von Hardware/Software-Systemen.</li> <li>• Die Studierenden wenden das erlernte Wissen in den erweiterten Übungen vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls an.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden benutzen aktuelle Entwurfswerkzeuge für die Spezifikation, Optimierung und Prototypisierung von Hardware/Software-Systemen bei der kooperativen Bearbeitung der erweiterten Übung in Gruppen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Hardware-Software-Co-Design“ aus.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6</li> <li>• Gajski, D. et al.: "Specification and Design of Embedded Systems", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994, ISBN: 978-0131507319</li> </ul> <p>Weitere Informationen:</p>

<https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 275245	<b>Heterogene Rechnerarchitekturen Online</b> (Heterogeneous computing architectures online)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Heterogene Rechnerarchitekturen Online (0 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
5	<b>Inhalt</b>	<p>Whereas heterogeneous architectures and parallel computing has filled an academic niche</p> <p>in the past it has become now a commodity technique with the rising of multi-core processors and programmable graphic cards. Even FPGAs play a role hereby in a certain</p> <p>extent due to their increasing importance as accelerator hardware what is clearly observable in the scientific community. However, on one side parallel hardware like multi-core</p> <p>and GPUs are now available nearly for everybody and not only for a selected selection</p> <p>of people, who have access to a parallel supercomputer. On the other side the knowledge about programming of this commodity hardware, and we mean here in particular</p> <p>hardware-orientated programming in order to squeeze out all offered GFlops and TFlops</p> <p>of such hardware, is still missing as well as the knowledge about the architecture details.</p> <p>To overcome this lack we offer this course HETRON.</p> <p>The e-learning course HETRON for the exploitation of parallel and heterogeneous computer architectures) focuses on two main topics which are</p> <p>closely related to each other. This concerns on one side the benefits of using different</p> <p>kinds of multi-core processors and parallel architectures built-up on base of these multicore processors. These architectures differ among each other in the number and in the</p> <p>complexity of its single processing nodes. We distinguish between systems consisting</p>

		<p>of a large number of simpler, so called fine-grained, processor cores vs. systems consisting of a smaller number of more complex, so called coarse-grained, processor cores.</p> <p>On the other side we lay our focus on that we want to do with these different heterogeneous parallel architectures, namely the execution of parallel programs. Of course</p> <p>this requires the use of parallel programming languages and environments, like CUDA</p> <p>or OpenMP. However, besides these questions of using the right syntax and the right</p> <p>compiler switches to optimize a parallel program it is a pre-requisite to understand how</p> <p>parallel computing really works. This refers (i) to the comprehension which basic mechanisms of parallel computing exist, (ii) where are the limits of getting more performance</p> <p>with parallel computing and (iii) in what context stand these mechanisms to heterogeneous architectures. In other words it handles the question which architecture is the</p> <p>best one for a certain parallelization technique. To teach these three topics, is one main</p> <p>goal we pursuit with the course HETRON, and of course, this more fundamental basics</p> <p>of heterogeneous and parallel computing have to be proven by means of concrete application examples to deepen the acquired knowledge about heterogeneous architectures</p> <p>and parallel computing principles.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden ...</p> <p>...verstehen die Notwendigkeit sowie grundlegende Anwendungsfälle für heterogene Rechnerarchitekturen.</p> <p>...können den grundlegenden Aufbau und das Zusammenspiel der Komponenten heterogener Rechnerarchitekturen erklären.</p> <p>...erläutern grundsätzliche Parallelisierungsprinzipien wie Amdahls Law, High-Performance- und High-Throughput-Computing sowie Parallelisierungsstrategien.</p>

		<p>...können einfache Programme mit Hilfe der vermittelten Parallelisierungsprinzipien (Amdahls Law, High-Performance- und High-Throughput-Computing) analysieren und entsprechende Parallelisierungsstrategien entwickeln.</p> <p>...erklären den Aufbau sowie Stärken und Schwächen von verschiedenen Architekturen wie CPUs, GPUs, Many-Core Prozessoren und FPGAs.</p> <p>...implementieren ausgewählte Anwendungsbeispiele (SHA256 Algorithmus, Ising-Modell und Fast-Fourier-Transformation) auf oben genannte Architekturen.</p> <p>...erforschen und bewerten verschiedener Parallelsierungstechniken in Abhängigkeit der Anwendung und der Architektur.</p> <p>...erläutern die Grundlagen des Grid- und Cloud-Computings</p> <p>...sind in der Lage parallele Berechnungen (SHA256) im Grid umzusetzen.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92358	<b>Inertial Sensor Fusion</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Inertial Sensor Fusion (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Simon Bachhuber	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Topics include, but are not limited to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic principles of gyroscopes, accelerometers and magnetometers</li> <li>• Error characteristics of MEMS-based inertial measurement units</li> <li>• Application: Gait phase detection by foot-worn inertial sensors</li> <li>• Quaternions and other representations of 3D rotations</li> <li>• Orientation estimation from inertial measurement data</li> <li>• Application: Position tracking/retrieval of an unmanned aerial vehicle</li> <li>• Joint angle estimation from inertial measurement data</li> <li>• Application: Real-time motion tracking of a robotic actuator</li> <li>• Kalman filtering methods for linear and nonlinear systems</li> <li>• Probabilistic sensor fusion and Bayesian state estimation</li> <li>• Identification of kinematic parameters from inertial measurement data</li> <li>• Application: Human body motion tracking by wearable inertial sensors</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students are able to employ inertial sensor technologies and sensor fusion methods for applications in research and industry.</li> <li>• 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.</li> <li>• They are able to track the orientation and position of an unmanned aerial vehicle.</li> <li>• They are able to track the motion of multi-link kinematic chains, e.g. robotic actuators or human limbs, in three dimensional space.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Participants should be familiar with fundamentals of linear algebra. It is advantageous but not required to have some prior knowledge on linear dynamic systems or basic probability theory.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Woodman, O.J. An Introduction to Inertial Navigation; University of Cambridge, Computer Laboratory: Cambridge, UK, 2007.</li> <li>• T. Seel, M. Kok, R. McGinnis, "Inertial Sensors Applications and Challenges in a Nutshell", Sensors 2020, 20, 6221.</li> <li>• 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. 7985, Jan. 2014.</li> <li>• 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. 17511759.</li> <li>• 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. 027027, 2020.</li> <li>• 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. 12331238, 2019.</li> <li>• 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.</li> <li>• E. A. Wan and R. Van Der Merwe, "The unscented kalman filter for nonlinear estimation, in Proceedings of the IEEE 2000</li> </ul>



Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium (Cat. No.00EX373), Oct 2000, pp. 153158.

- J. Steinbring and U. D. Hanebeck, "S2kf: The smart sampling kalman filter, in Proceedings of the 16th International Conference on Information Fusion, 2013, pp. 20892096.
- A. Solin, S. Särkkä, J. Kannala, and E. Rahtu, "Terrain navigation in the magnetic landscape: Particle filtering for indoor positioning, 05 2016, pp. 19.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93601	<b>Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung</b> (Information theory and coding)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Information Theory and Coding (1 SWS) Vorlesung: Information Theory and Coding (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Ali Beryhi Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
5	<b>Inhalt</b>	<p>1. Introduction: binomial distribution, (7,4)-Hamming code, parity-check matrix, generator matrix</p> <p>2. Probability, entropy, and inference: entropy, conditional probability, Bayes law, likelihood, Jensens inequality</p> <p>3. Inference: inverse probability, statistical inference</p> <p>4. The source coding theorem: information content, typical sequences, Chebychev inequality, law of large numbers</p> <p>5. Symbol codes: unique decidability, expected codeword length, prefix-free codes, Kraft inequality, Huffman coding</p> <p>6. Stream codes: arithmetic coding, Lempel-Ziv coding, Burrows-Wheeler transform</p> <p>7. Dependent random variables: mutual information, data processing lemma</p> <p>8. Communication over a noisy channel: discrete memory-less channel, channel coding theorem, channel capacity</p> <p>9. The noisy-channel coding theorem: jointly-typical sequences, proof of the channel coding theorem, proof of converse, symmetric channels</p> <p>10. Error-correcting codes and real channels: AWGN channel, multivariate Gaussian pdf, capacity of AWGN channel</p> <p>11. Binary codes: minimum distance, perfect codes, why perfect codes are bad, why distance isnt everything</p> <p>12. Message passing: distributed counting, path counting, low-cost path, min-sum (=Viterbi) algorithm</p> <p>13. Exact marginalization in graphs: factor graphs, sum-product algorithm</p>

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, Bayessches Gesetz, Likelihood, Jensensche Ungleichung
3. Inferenz: Inverse Wahrscheinlichkeit, statistische Inferenz
4. Das Quellencodierungstheorem: Informationsgehalt, typische Folgen, Tschebyschevsche Ungleichung, Gesetz der großen Zahlen
5. Symbolcodes: eindeutige Dekodierbarkeit, mittlere Codewortlänge, präfixfreie Codes, Kraftsche Ungleichung, Huffmancodierung
6. Stromcodes: arithmetische Codierung, Lempel-Ziv-Codierung, Burrows-Wheeler-Transformation
7. Abhängige Zufallsvariablen: Transinformation, Datenverarbeitungslemma
8. Kommunikation über gestörte Kanäle: diskreter gedächtnisloser Kanal, Kanalcodierungstheorem, Kanalkapazität
9. Das Kanalcodierungstheorem: verbundtypische Folgen, Beweis des Kanalcodierungstheorems, Beweis des Umkehrsatzes, symmetrische Kanäle
10. Fehlerkorrigierende Codes und reale Kanäle: AWGN-Kanal, mehrdimensionale Gaußsche 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
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students apply Bayesian inference to problems in both communications and everyday's life.</p> <p>The students explain the concept of digital communications by means of source compression and forward-error correction coding.</p> <p>For the design of communication systems, they use the concepts of entropy and channel capacity.</p> <p>They calculate these quantities for memoryless sources and channels.</p> <p>The students proof both the source coding and the channel coding theorem.</p> <p>The students compare various methods of source coding with respect to compression rate and complexity.</p> <p>The students apply source compression methods to measure mutual information.</p> <p>The students factorize multivariate functions, represent them by graphs, and marginalize them with respect to various variables.</p> <p>The students explain the design of error-correcting codes and the role of minimum distance.</p> <p>They decode error-correcting codes by means of maximum-likelihood decoding and message passing.</p> <p>The students apply distributed algorithms to problems in both communications and everyday's life.</p> <p>The students improve the properties of low-density parity-check codes by widening the girth and/or irregularity in the degree distribution.</p> <p>The students transform source images into the frequency domain to improve lossy compression.</p> <p>--</p> <p>Die Studierenden wenden Bayessche Inferenz auf Probleme in der Nachrichtentechnik und im Alltagsleben an.</p> <p>Die Studierenden erklären die konzeptuelle Trennung von digitaler Übertragung in Quellen- und Kanalcodierung.</p>

		<p>Kommunikationssysteme entwerfen sie unter Betrachtung von Entropie und Kanalkapazität.</p> <p>Sie berechnen diese Größen für gedächtnislose Quellen und Kanäle.</p> <p>Die Studierenden beweisen sowohl das Quellen- als auch das Kanalcodierungstheorem.</p> <p>Die Studierenden vergleichen verschiedenartige Quellencodierungsverfahren hinsichtlich Komplexität und Kompressionsrate.</p> <p>Die Studierenden verwenden Quellencodierverfahren zur Messung von Transinformation.</p> <p>Die Studierenden faktorisieren Funktionen mehrerer Veränderlicher, stellen diese als Graph dar und marginalisieren sie bezüglich mehrerer Veränderlicher.</p> <p>Die Studierenden erklären den Entwurf von Kanalcodes und den Einfluss der Minimaldistanz.</p> <p>Sie decodieren Kanalcodes gemäß maximaler Likelihood und Nachrichtenaustausch.</p> <p>Die Studierenden wenden verteilte Algorithmen auf Probleme der Nachrichtentechnik und des Alltagslebens an.</p> <p>Die Studierenden verbessern die Eigenschaften von LDPC-Codes durch Erhöhung des Umfangs und/oder durch irreguläre Knotenordnungsverteilungen.</p> <p>Die Studierenden transformieren Bildquellen zur Verbesserung verlustbehafteter Kompression in den Frequenzbereich.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	MacKay, D.: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96270	<b>Kanalcodierung</b> (Channel coding)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Kanalcodierung (3 SWS)	5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Channel Coding (4 SWS) Übung: Übungen zur Kanalcodierung (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	
5	<b>Inhalt</b>	1) Introduction and Motivation 2) Fundamentals of Block Coding 3) Introduction to Finite Fields I 4) Linear Block Codes 5) Linear Cyclic Codes 6) Introduction to Finite Fields II 7) BCH and RS Codes 8) Convolutional Codes 9) Codes with Iterative Decoding	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Das Modul Kanalcodierung umfasst eine Einführung in die Grundlagen der algebraischen, fehlerkorrigierenden Blockcodes sowie einen Einstieg in die Thematik der Faltungscodes. Iterativ decodierte Codeschemata wie Turbo-Codes und LDPC-Codes werden ebenfalls eingeführt. Im Einzelnen sind die Inhalte oben aufgeführt.</p> <p>Die Studierenden definieren die Problematik der Kanalcodierung, grenzen sie von anderen Codierverfahren (z.B. der Quellencodierung) ab und kennzeichnen die unterschiedlichen Ansätze zur Fehlerkorrektur und -erkennung. Sie nennen Beispiele für Einsatzgebiete von Kanalcodierung und geben einen Überblick über die historische Entwicklung des Fachgebiets.</p> <p>Die Studierenden erstellen Übertragungsszenarien für den Einsatz von Kanalcodierung bestehend aus Sender, Übertragungskanal und Empfänger und beachten dabei die Grundannahmen beim Einsatz von Blockcodes bzw. der Modellierung der Kanäle. Sie formulieren mathematische Beschreibungen der Encodierung sowie der optimalen Decodierung bzw. suboptimaler Varianten.</p> <p>Die Studierenden beherrschen die Grundlagen fehlerkorrigierender linearer Blockcodes, beschreiben diese mathematisch korrekt mittels Vektoren und Matrizen über endlichen Körpern und implementieren und bewerten zugehörige Encoder- und Decoderstrukturen insbesondere Syndromdecoder. Dabei modifizieren sie Generatormatrizen, ermitteln Prüfmatrizen und erstellen Syndromtabellen. Sie schätzen die minimale Hammingdistanz von Codes mittels Schranken ab und können den erzielbaren Codegewinn erläutern. Sie kennen und benutzen beispielhaften Codefamilien (z.B. Hamming-Codes, Simplex-Codes, Reed-Muller-Codes).</p>	

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

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

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

Die Studierenden verstehen die Grundlagen der iterativen Decodierung, insbesondere wenden sie die Grundlagen des Information Combining zur Kombination von verschiedenen Beobachtungen an. Sie verstehen die Bedeutung von Log-Likelihood-Ratios bei iterativen Decodiervorgängen und berechnen diese. Sie skizzieren die grundlegenden Encoder- und Decoderstrukturen von Turbo-Codes und die Grundzüge der Codierung mit LDPC-Codes u.a. der Decodierung mittels Belief Propagation.

Die Vorlesung erfolgt wechselweise auf Deutsch oder Englisch (Winter/ Sommer). Die zur Verfügung gestellten Unterlagen sind ausschließlich in Englisch gehalten. Die Studierenden verwenden entweder die englischen Fachtermini sicher oder kennen diese und drücken sich sicher mit den entsprechenden deutschen Fachbegriffen aus.

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

\*---\*

Students define the problems of channel coding, how to distinguish it from other coding methods (such as source coding) and how to describe the various different approaches to error correction and detection. They are able to list example application areas of channel coding and give an overview of the historical development of the field.



		<p>Furthermore, they describe and analyze transmission scenarios for the application of channel coding which consist of transmitter, transmission channel and receiver, taking into account the general assumptions for applying block codes or modeling the channels. They formulate mathematical descriptions of encoding, optimal decoding and sub-optimal methods.</p> <p>Students illustrate the principles of error-correcting linear block codes and describe them mathematically using vectors and matrices over finite fields. They implement and analyze corresponding encoder and decoder structures, in particular syndrome decoders, and modify generator matrices, construct test matrices and create syndrome tables. They estimate the minimum Hamming distance of codes using bounds and are able to explain the coding gain that can be achieved in individual cases. They analyze and use example code families (e.g. Hamming codes, simplex codes, Reed-Muller codes).</p> <p>Students explain the advantages of cyclic linear block codes and how to describe them with polynomials over finite fields. They apply polynomial modular arithmetic to implement systematic encoders and realize syndrome decoders using shift register circuits. They know and use exemplary code families.</p> <p>Students use prime fields, extension fields, minimal polynomials and cyclotomic cosets, and spectral representation over finite fields to implement BCH and Reed-Solomon codes using the BCH bound. They understand the foundations of decoding BCH and Reed-Solomon codes and how to sketch and explain the channel coding concepts of CDs and DVDs.</p> <p>Students are able to describe the differences between convolutional codes and block codes, to sketch the respective encoders based on tabulated generator polynomials and to explain them. They are able to explain how optimal decoders (MLSE) work using examples.</p> <p>Students sketch the foundations of iterative decoding. In particular, they apply methods of information combining to combine different observations. They use and calculate log-likelihood ratios in iterative decoding processes, sketch the basic encoding and decoding structures of turbo codes and the basics of coding using LDPC codes (including decoding using belief propagation).</p> <p>Students either are able to use the English technical terms correctly or know them and are able to express themselves using the respective technical terms in German.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Es ist hilfreich, wenn die Studierenden die erlernten Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) umsetzen können.

		It would be very helpful if the participants can implement the specified algorithms into a programming language (C, Matlab, etc.).
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich  Hilfsblatt, Taschenrechner: Sie können ein einzelnes A4-Blatt (Vorder- und Rückseite oder andere Blätter mit offensichtlich identischer Gesamtfläche) verwenden, um Ihre eigene, handschriftliche Formelsammlung aufzuschreiben. Sie können einen nicht programmierbaren Taschenrechner verwenden.  Cheat Sheet, Calculator: A single A4 sheet (front and back, or any other collection of sheets with an obviously identical total area size) can be used to write down your own handwritten collection of formulas, etc. You may also bring a non-programmable calculator.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Huber, R. Fischer, C. Stierstorfer: Folien zur Vorlesung</li> <li>• M. Bossert: Kanalcodierung, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 3. Auflage, 2013</li> <li>• M. Bossert: Channel Coding for Telecommunications, John Wiley &amp; Sons, 1999</li> <li>• B. Friedrichs: Kanalcodierung, Springer Verlag, 1996</li> <li>• S.B. Wicker: Error Control Systems for Digital Communications and Storage, Prentice-Hall, 1995</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93130	<b>Konzeptionelle Modellierung</b> (Conceptual modelling)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Konzeptionelle Modellierung (2 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Konzeptionelle Modellierung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	David Haller Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Modellierung</li> <li>• Datenmodellierung am Beispiel Entity-Relationship-Modell</li> <li>• Modellierung objektorientierter Systeme am Beispiel UML</li> <li>• Relationale Datenmodellierung und Anfragemöglichkeiten</li> <li>• Grundlagen der Metamodellierung</li> <li>• XML</li> <li>• Multidimensionale Datenmodellierung</li> <li>• Domänenmodellierung und Ontologien</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definieren grundlegende Begriffe aus der Datenbankfachliteratur</li> <li>• erklären die Vorteile von Datenbanksystemen</li> <li>• erklären die verschiedenen Phasen des Datenbankentwurfs</li> <li>• benutzen das Entity-Relationship Modell und das erweiterte Entity-Relationship Modell zur semantischen Datenmodellierung</li> <li>• unterscheiden verschiedene Notationen für ER-Diagramme</li> <li>• erläutern die grundlegenden Konzepte des relationalen Datenmodells</li> <li>• bilden ein gegebenes EER-Diagramm auf ein relationales Datenbankschema ab</li> <li>• erklären die Normalformen 1NF, 2NF, 3NF, BCNF und 4NF</li> <li>• definieren die Operationen der Relationenalgebra</li> <li>• erstellen Datenbanktabellen mit Hilfe von SQL</li> <li>• lösen Aufgaben zur Datenselektion und Datenmanipulation mit Hilfe von SQL</li> <li>• erklären die grundlegenden Konzepte der XML</li> <li>• erstellen DTDs für XML-Dokumente</li> <li>• benutzen XPATH zur Formulierung von Anfragen an XML-Dokumente</li> <li>• definieren die grundlegenden Strukturelemente und Operatoren des multidimensionalen Datenmodells</li> <li>• erklären Star- und Snowflake-Schema</li> <li>• benutzen einfache UML Use-Case Diagramme</li> <li>• benutzen einfache UML-Aktivitätsdiagramme</li> <li>• erstellen UML-Sequenzdiagramme</li> <li>• erstellen einfache UML-Klassendiagramme</li> <li>• erklären den Begriff Meta-Modellierung</li> <li>• definieren den Begriff der Ontologie in der Informatik</li> <li>• definieren die Begriffe RDF und OWL</li> </ul>

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Gewünscht "Algorithmen und Datenstrukturen" und "Grundlagen der Logik und Logikprogrammierung"
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elmasri, Ramez, and Sham Navathe. Grundlagen von Datenbanksystemen. Pearson Deutschland GmbH, 2009. - ISBN-10: 9783868940121</li> <li>• Alfons Kemper, Andre Eickler: Datenbanksysteme : Eine Einführung. 6., aktualis. u. erw. Aufl. Oldenbourg, März 2006. - ISBN-10: 3486576909</li> <li>• Bernd Oestereich: Analyse und Design mit UML 2.1. 8. Aufl. Oldenbourg, Januar 2006. - ISBN-10: 3486579266</li> <li>• Ian Sommerville: Software Engineering. 8., aktualis. Aufl. Pearson Studium, Mai 2007. - ISBN-10: 3827372577</li> <li>• Horst A. Neumann: Objektorientierte Softwareentwicklung mit der Unified Modeling Language. (UML). Hanser Fachbuch, März 2002. - ISBN-10: 3446188797</li> <li>• Rainer Eckstein, Silke Eckstein: XML und Datenmodellierung. Dpunkt Verlag, November 2003. - ISBN-10: 3898642224</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 535405	<b>Künstliche Intelligenz I</b> (Artificial intelligence I)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Künstliche Intelligenz I (2 SWS) Vorlesung: Artificial Intelligence I (4 SWS)	- 7,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Florian Rabe Prof. Dr. Michael Kohlhase PD Dr. Florian Rabe Prof. Dr. Michael Kohlhase	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	<b>Inhalt</b>	<p>Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere formale Wissensrepräsentation, Heuristische Suche, Automatisches Planen und Schliessen unter Unsicherheit.</p> <p>---</p> <p>This module covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular symbolic techniques based on search and inference.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen.</li> <li>- Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben).</li> <li>- Analyse: Die Studierenden lernen die über die modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen</li> </ul> <p>*Inhalt*:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agentenmodelle als Grundlage der Künstlichen Intelligenz</li> <li>- Logisches Programmieren in Prolog</li> <li>- Heuristische Suche als Methode zur Problemlösung</li> <li>- Zwei-Agenten-Suche (automatisierung von Brettspielen) mittels heuristischer Suche</li> <li>- Constraint Solving/Propagation</li> <li>- Logische Sprachen für die Wissensrepräsentation</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inferenz and Automatisiertes Theorembeweisen (DPLL-Varianten und PL1)_</li> <li>- Classisches Planen</li> <li>- Planen und Agieren in der wirklichen Welt.</li> <li>---</li> <li>Technical, Learning, and Method Competencies</li> <li>- Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI.</li> <li>- Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks).</li> <li>- Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better.</li> <li>- Social Competences: Students work in small groups to solve an AI game-play challenge/competition (Kalah).</li> <li>Contents: Foundations of symbolic AI, in particular: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agent Models as foundation of AI</li> <li>- Logic Programming in Prolog</li> <li>- Heuristic Search as a method for problem solving</li> <li>- Adversarial Search (automating board games) via heuristic search</li> <li>- Constraint Solving/Propagation</li> <li>- Logical Languages for knowledge representation</li> <li>- Inference and automated theorem proving</li> <li>- Classical Planning</li> <li>- Planning and Acting in the real world.</li> </ul> </li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182

		M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	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.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 532733	<b>Künstliche Intelligenz II</b> (Artificial intelligence II)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Artificial Intelligence II (4 SWS) Übung: Übungen zu Artificial Intelligence II (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Kohlhase PD Dr. Florian Rabe	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	<b>Inhalt</b>	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.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fach- Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen.</li> <li>- Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben).</li> <li>- Analyse: Die Studierenden lernen über die Modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen.</li> </ul> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inferenz unter Unsicherheit</li> <li>• Bayessche Netzwerke</li> <li>• Rationale Entscheidungstheorie (MDPs and POMDPs)</li> <li>• Maschinelles Lernen und Neuronale Netzwerke</li> <li>• Verarbeitung Natürlicher Sprache</li> </ul> <p>---</p> <p>This course covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular reasoning under uncertainty, machine learning and (if there is time) natural language understanding.</p> <p>This course builds on the course Artificial Intelligence I from the preceding winter semester and continues it.</p> <p>Learning Goals and Competencies</p>



		<p>Technical, Learning, and Method Competencies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI.</li> <li>• Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks ).</li> <li>• Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better.</li> <li>• Social Competences: Students work in small groups to solve the and machine learning challenge/competition.</li> </ul> <p>Contents:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inference under Uncertainty</li> <li>• Bayesian Networks</li> <li>• Rational Decision Theory (MDPs and POMDPs)</li> <li>• Machine Learning and Neural Networks</li> <li>• Natural Language Processing</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.</p> <p>Deutsche Ausgabe:</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage).</p>

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.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 64620	<b>Numerik I für Ingenieure</b> (Numerics for engineers I)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Numerik II für Ingenieure (2 SWS) Praktikum: Übungen zur Numerik I für Ingenieure (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. Michael Fried	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Michael Fried apl.Prof.Dr. Wilhelm Merz
5	<b>Inhalt</b>	*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:*\br/> Verschiedene Runge-Kutta Methoden als Einschrittverfahren,  Konsistenz, Stabilität- und Konvergenzaussage, Mehrschrittverfahren
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden lernen <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene numerische Methoden zur Lösung linearer Gleichungssysteme</li> <li>• verschiedene Methoden zu beurteilen</li> <li>• Interpolationstechniken und Güte der Approximation</li> <li>• grundlegende Quadraturverfahren und die Beurteilung solcher</li> <li>• grundlegende Diskretisierungsmethoden bei gewöhnlichen Differentialgleichungen</li> <li>• Beurteilung dieser Methoden und Verfahren</li> <li>• algorithmische Umsetzung o.g. Verfahren als Grundlage für Computer-Codes</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Kurs Mathematik für Ingenieure I, II und III
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch

16	<b>Literaturhinweise</b>	Skripte des Dozenten H.-R. Schwarz, N. Köckler: [Numerische Mathematik], Teubner
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 64631	<b>Numerik II für Ingenieure</b> (Numerics for engineers II)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Numerik II für Ingenieure (2 SWS)	-
3	Lehrende	PD Dr. Nicolas Neuß	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl.Prof.Dr. Wilhelm Merz	
5	<b>Inhalt</b>	*Numerik partieller Differentialgleichungen*  Finite Differenzenmethode, Stabilität, Konsistenz, Konvergenz, Einführung finite Elementmethode bei elliptischen Problemen, Fehlerschätzer	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären verschiedene Diskretisierungsmethoden</li> <li>• beurteilen diese Diskretisierungsmethoden</li> <li>• leiten Finite Elemente Diskretisierungen elliptischer Probleme her</li> <li>• folgern Aussagen anhand grundlegender Beweistechniken aus oben genannten Bereichen</li> <li>• konstruieren Algorithmen zu Finite Elemente Diskretisierungen</li> <li>• erklären Fehlerschätzer</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Skripte des Dozenten  H. Jung, M. Langer, Methode der Finiten Elemente, Teubner  P. Knabner, L. Angermann, Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44050	<b>Optimierung für Ingenieure</b> (Optimisation for engineers)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Optimization for Engineers (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Johannes Hild Dr. Johannes Hild	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Johannes Hild	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Introduction to continuous optimization problems and methods with and without constraints</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classification of problem types</li> <li>• Optimality conditions and termination criterions</li> <li>• Descent directions and line search methods</li> <li>• Convergence analysis</li> </ul> <p><b>Unconstrained optimization</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steepest descent and conjugate gradient</li> <li>• Newton-type methods</li> <li>• Nonlinear Least Squares</li> </ul> <p><b>Constrained optimization</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projection methods</li> <li>• Trust Region</li> <li>• Barrier and penalty methods</li> <li>• Interior point methods</li> </ul> <p><b>Noisy Functions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simplex Gradient</li> <li>• Implicit Filtering</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Competences</b></p> <p><b>Know</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students list requirements, strengths and weaknesses of common optimization methods.</li> <li>• Students recognize crucial components in existence and convergence proofs in the context of minimizing sequences.</li> </ul> <p><b>Understand</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students explain the different components of optimization methods.</li> <li>• Students describe the relationship between requirements and conclusions of existence and convergence theorems in the context of minimizing sequences.</li> </ul>	

		<p><b>Apply</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students check feasibility, well-posedness and constraint qualifications of optimization problems.</li> <li>• Students formulate and solve optimality conditions analytically.</li> <li>• Students apply optimization algorithms to optimization problems.</li> </ul> <p><b>Analyse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students analyse uncommon optimization approaches and extract their requirements, strengths and weaknesses.</li> </ul> <p><b>Evaluate</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students evaluate the class and structure of unsolved optimization problems.</li> <li>• Students choose suitable algorithmic approaches for unsolved optimization problems.</li> </ul> <p><b>Create</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students formulate optimization problems using mathematical methods and structures.</li> <li>• Students modify and combine common optimization routines to create project-specific algorithms for unsolved optimization problems.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Requires contents of the lecture Mathematics for Engineers I, II and III. Especially:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear algebra</li> <li>• Analysis of real valued functions</li> <li>• Differential and integral calculus in multi dimensional spaces</li> </ul> <p>Requires successful participation in the weekly e-learning assessments.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur</p> <p>5 ECTS: Written exam open book online based on the content of the lecture.</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	<p>Klausur (100%)</p> <p>The grade of the module equals the grade of the written exam.</p>
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 45 h</p> <p>Eigenstudium: 105 h</p>

14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Nocedal, Jorge and Wright, Stephen J.: Numerical Optimization. Springer Serie in Operations Research, 2006.</p> <p>Kelley, C. T.: Iterative Methods for Optimization. Frontiers in Applied Mathematics 18, SIAM Philadelphia 1999;</p> <p>Polak, E.: Optimization. Algorithms and Consistent Approximations. Applied Mathematical Sciences, Volume 124, Springer-Verlag New York, 1997.</p> <p>Jarre, F.: Optimierung, Springer 2003;</p>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 43510	<b>Parallele Systeme</b> (Parallel systems)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Parallele Systeme (2 SWS) Übung: Übung zu Parallele Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich PD Dr.Ing. Frank Hannig	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk PD Dr.Ing. Frank Hannig Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Im Einzelnen werden behandelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Theorie der Parallelität (parallele Computermodelle, parallele Spezifikationsformen und -sprachen, Performanzmodelle und -berechnung)</li> <li>2) Klassifikation paralleler und skalierbarer Rechnerarchitekturen (Multiprozessoren und Multicomputer, Vektorrechner, Datenflussmaschinen, VLSI-Rechenfelder)</li> <li>3) Programmierbare System-on-Chip (SoC) und Mehrkern-Architekturen (Grafik-Prozessoren, Cell, etc.)</li> <li>4) Programmierung paralleler Rechner (Sprachen und Modelle, Entwurfsmethoden und Compiler, Optimierung)</li> <li>5) Massive Parallelität: Vom Algorithmus zur Schaltung</li> </ol> <p><i>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</i></p>

		<p><i>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.</i></p> <p><i>In detail, the following topics are covered:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Theory of parallelism (parallel models of computation, parallel specification and parallel languages, performance models)</li> <li>2) Classification of parallel and scalable computer architectures (multi-processors and multi-computers, vector computers, data-flow machines, VLSI processor arrays)</li> <li>3) Programmable System-on-Chip (SoC) and multi-core architectures (graphics processors, Cell, etc.)</li> <li>4) Programming of parallel computers (languages and models, design methods and compiler, optimization)</li> <li>5) Massive parallelism: From algorithm to circuit</li> </ol>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Schwerpunkt der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundlagen der parallelen Datenverarbeitung.</p> <p><i>The focus of this lecture are foundations of parallel data processing.</i></p> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden setzen sich mit modernen eingebetteten parallelen Ein-Chip-Architekturen auseinander. The students get familiar with modern embedded parallel system-on-chip architectures.</li> <li>• Die Studierenden wenden grundlegende Performanzmodelle und Parallelisierungstechniken zur Analyse und Optimierung von parallelen Algorithmen und Architekturen an. The students exercise basic performance models and parallelization</li> </ul>

		<p>techniques for the analysis and optimization of parallel algorithms and architectures.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Parallele Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)“ aus.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Portfolio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>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.</li> </ul>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Weitere Informationen:</p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 687796	<b>Parallele Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)</b> (Parallel Systems with Extended Exercises)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Parallele Systeme (2 SWS) Übung: Übung zu Parallele Systeme (2 SWS) Übung: Erweiterte Übungen zu Parallele Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich PD Dr.Ing. Frank Hannig Michael Witterauf Stefan Groth Marcel Brand	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	<b>Inhalt</b>	<p>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).</p> <p>Im Einzelnen werden behandelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Theorie der Parallelität (parallele Computermodelle, parallele Spezifikationsformen und -sprachen, Performanzmodelle und -berechnung)</li> <li>2) Klassifikation paralleler und skalierbarer Rechnerarchitekturen (Multiprozessoren und Multicomputer, Vektorrechner, Datenflussmaschinen, VLSI-Rechenfelder)</li> <li>3) Programmierbare System-on-Chip (SoC) und Mehrkern-Architekturen (Grafik-Prozessoren, Cell, etc.)</li> <li>4) Programmierung paralleler Rechner (Sprachen und Modelle, Entwurfsmethoden und Compiler, Optimierung)</li> <li>5) Massive Parallelität: Vom Algorithmus zur Schaltung</li> <li>6) Praktische Übungen mit rechnergestützten Werkzeugen</li> </ol>

		<p><i>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).</i></p> <p><i>In detail, the following topics are covered:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Theory of parallelism (parallel models of computation, parallel specification and parallel languages, performance models)</li> <li>2) Classification of parallel and scalable computer architectures (multi-processors and multi-computers, vector computers, data-flow machines, VLSI processor arrays)</li> <li>3) Programmable System-on-Chip (SoC) and multi-core architectures (graphics processors, Cell, etc.)</li> <li>4) Programming of parallel computers (languages and models, design methods and compiler, optimization)</li> <li>5) Massive parallelism: From algorithm to circuit</li> <li>6) Practical training with computer-aided design tools</li> </ol>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Schwerpunkt der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundlagen der parallelen Datenverarbeitung.</p> <p><i>The focus of this lecture are foundations of parallel data processing.</i></p> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden setzen sich mit modernen eingebetteten parallelen Ein-Chip-Architekturen auseinander. The students</li> </ul>

		<p>get familiar with modern embedded parallel system-on-chip architectures.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden wenden grundlegende Performanzmodelle und Parallelisierungstechniken zur Analyse und Optimierung von parallelen Algorithmen und Architekturen an. The students exercise basic performance models and parallelization techniques for the analysis and optimization of parallel algorithms and architectures.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Parallele Systeme“ aus.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Weitere Informationen:</p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44120	<b>Pattern Analysis</b> (Pattern analysis)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Pattern Analysis (3 SWS) Übung: Pattern Analysis Programming (1 SWS)	3,75 ECTS 1,25 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Christian Rieß Dalia Rodriguez Salas	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.Ing. Christian Rieß
5	<b>Inhalt</b>	<p>This module introduces the design of pattern analysis systems as well as the corresponding fundamental mathematical methods.</p> <p>The topics comprise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• clustering methods: soft and hard clustering</li> <li>• classification and regression trees and forests</li> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• linear and non-linear manifold learning: curse of dimensionality, various dimensionality reduction methods: principal component analysis (PCA), multidimensional scaling (MDS), isomaps, Laplacian eigenmaps</li> <li>• 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</li> <li>• Markov random fields (MRF): definition, probabilities on undirected graphs, clique potentials, Hammersley-Clifford theorem, inference via Gibbs sampling and graph cuts</li> </ul> <p>Das Modul führt in das Design von Musteranalysesystemen sowie die zugrundeliegenden mathematischen Methoden ein.</p> <p>Die Vorlesung umfasst im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clustering-Methoden: Soft- und Hard-Clustering</li> <li>• Klassifikations- und Regressionsbäume/-wälder</li> <li>• parametrische und nicht-parametrische Dichteschätzung: Verfahren sind ML- und MAP-Schätzung, Histogramme, Parzenschätzung, Zusammenhang gefaltete Histogramme und Parzenschätzung, adaptives Binning mit Regressionsbäumen.</li> <li>• 'Mean Shift'-Algorithmus: lokale Maximierung durch Gradientenaufstieg bei nicht-parametrischen Dichtefunktionen, Anwendungen des 'Mean Shift'-Algorithmus zum Clustering, Farbquantisierung und Objektverfolgung</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear and Non-Linear Manifold Learning: Curse of Dimensionality, Verschiedene Methode zur Dimensionsreduktion: Principal Component Analysis (PCA), Multidimensional Scaling (MDS), Isomap, Laplacian Eigenmaps</li> <li>• Gaußsche Mischverteilungsmodelle (GMM) und Hidden-Markov-Modelle (HMM): 'Expectation Maximization'-Algorithmus, Parameterschätzung, Bestimmung der optimalen Zustandsfolge/Viterbi-Algorithmus, Vorwärts-Rückwärts-Algorithmus, Skalierung</li> <li>• Markov-Zufallsfelder: Definition, Wahrscheinlichkeiten auf ungerichteten Graphen, Cliques-Potenziale, Hammersley-Clifford-Theorem, Inferenz mit Gibbs-Sampling und Graph Cuts</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the discussed methods for classification, prediction, and analysis of patterns,</li> <li>• compare and analyze methods for manifold learning and select a suited method for a given set of features and a given problem,</li> <li>• compare and analyze methods for probability density estimation and select a suited method for a given set of features and a given problem,</li> <li>• apply non-parametric probability density estimation to pattern analysis problems,</li> <li>• apply dimensionality reduction techniques to high-dimensional feature spaces,</li> <li>• explain statistic modeling of feature sets and sequences of features,</li> <li>• explain statistic modeling of statistical dependencies,</li> <li>• implement presented methods in Python,</li> <li>• supplement autonomously the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature,</li> <li>• discuss the social impact of applications of pattern analysis solutions.</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die behandelten Methoden zur Klassifikation, Vorhersage und Analyse von Mustern,</li> <li>• vergleichen und analysieren Methoden des Manifold Learning und wählen für eine vorgegebene Fragestellung eine geeignete Methode aus,</li> <li>• vergleichen und analysieren Methoden zur Dichteschätzung und wählen für eine vorgegebene Fragestellung eine geeignete Methode aus,</li> <li>• wenden nicht-parametrische Dichteschätzung auf Probleme der Musteranalyse an,</li> <li>• wenden Dimensionsreduktion bei hochdimensionalen Merkmalsräumen an,</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern statistische Modellierung von Merkmalsmengen und Merkmalsfolgen,</li> <li>• erklären statistische Modellierung abhängiger Größen,</li> <li>• implementieren vorgestellte Verfahren in Python.</li> <li>• ergänzen eigenständig mathematische Grundlagen der präsentierten Methoden durch selbstbestimmtes Studium der Literatur</li> <li>• diskutieren die gesellschaftlichen Auswirkungen von Anwendungen der Musteranalyse</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Begleitende Literatur / Accompanying literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag, Heidelberg, 2006</li> <li>• T. Hastie, R. Tibshirani und J. Friedman: The Elements of Statistical Learning, 2nd Edition, Springer Verlag, 2009</li> <li>• A. Criminisi and J. Shotton: Decision Forests for Computer Vision and Medical Image Analysis, Springer, 2013</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44130	<b>Pattern Recognition</b> (Pattern recognition)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Pattern Recognition Exercises (1 SWS) Vorlesung: Pattern Recognition (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Siming Bayer Paul Stöwer Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Mathematical foundations of machine learning based on the following classification methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayesian classifier</li> <li>• Logistic Regression</li> <li>• Naive Bayes classifier</li> <li>• Discriminant Analysis</li> <li>• norms and norm dependent linear regression</li> <li>• Rosenblatt's Perceptron</li> <li>• unconstraint and constraint optimization</li> <li>• Support Vector Machines (SVM)</li> <li>• kernel methods</li> <li>• Expectation Maximization (EM) Algorithm and Gaussian Mixture Models (GMMs)</li> <li>• Independent Component Analysis (ICA)</li> <li>• Model Assessment</li> <li>• AdaBoost</li> </ul> <p>Mathematische Grundlagen der maschinellen Klassifikation am Beispiel folgender Klassifikatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayes-Klassifikator</li> <li>• Logistische Regression</li> <li>• Naiver Bayes-Klassifikator</li> <li>• Diskriminanzanalyse</li> <li>• Normen und normabhängige Regression</li> <li>• Rosenblatts Perzeptron</li> <li>• Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen</li> <li>• Support Vector Maschines (SVM)</li> <li>• Kernelmethode</li> <li>• Expectation Maximization (EM)-Algorithmus und Gaußsche Mischverteilungen (GMMs)</li> <li>• Analyse durch unabhängige Komponenten</li> <li>• Modellbewertung</li> <li>• AdaBoost</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster</li> <li>• erläutern die mathematischen Grundlagen ausgewählter maschineller Klassifikatoren</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsproblem an</li> <li>beurteilen unterschiedliche Klassifikatoren in Bezug auf ihre Eignung</li> <li>verstehen in der Programmiersprache Python geschriebene Lösungen von Klassifikationsproblemen und Implementierungen von Klassifikatoren</li> </ul> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>understand the structure of machine learning systems for simple patterns</li> <li>explain the mathematical foundations of selected machine learning techniques</li> <li>apply classification techniques in order to solve given classification tasks</li> <li>evaluate various classifiers with respect to their suitability to solve the given problem</li> <li>understand solutions of classification problems and implementations of classifiers written in the programming language Python</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Well grounded in probability calculus, linear algebra/matrix calculus</li> <li>The attendance of our bachelor course 'Introduction to Pattern Recognition' is not required but certainly helpful.</li> <li>Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Linearer Algebra/Matrizenrechnung</li> <li>Der Besuch der Bachelor-Vorlesung 'Introduction to Pattern Recognition' ist zwar keine Voraussetzung, aber sicherlich von Vorteil.</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2nd edition, John Wiley&amp;Sons, New York, 2001</li> </ul>

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, Springer, New York, 2009</li><li>• Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, New York, 2006</li></ul> |
|--|---|

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92532	<b>Quantenelektronik II - Quantentechnologien 2</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Quantenelektronik II - Quantentechnologien 2 (2 SWS)  Vorlesung: Quantenelektronik II - Quantentechnologien 2 (2 SWS)	-  -
3	Lehrende	Andre Pointner Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy	
5	<b>Inhalt</b>	Die Vorlesung Einführung in Quantentechnologien 2 vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik die Anwendungen von Quantentechnologien. Die Quantentechnologie ist eine neue Forschungsrichtung, die das Potential besitzt, aktuelle Technologien zu revolutionieren. Den Studierenden wird in dieser Vorlesung die Funktionsweise von Quantensensoren, Quantennetzwerken und Quantencomputer vermittelt.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Verstehen grundlegende Funktionsweisen und Anwendungen von Quantentechnologien verstehen. Analysieren anwendungspotentiale von Quantentechnologien selbstständig analysieren.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)  Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1 <b>muss</b> durch eine Prüfung erfolgreich abgeschlossen sein!	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Matthias Homeister, Hans Christoph (2018): Quantum Computing verstehen	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 92531	<b>Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy	
5	<b>Inhalt</b>	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.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Verstehen</p> <p>grundlegende physikalische Zusammenhänge der Quantenmechanik verstehen.</p> <p>Anwenden</p> <p>quantenmechanische Effekte mit Hilfe von Berechnungen beschreiben.</p> <p>Analysieren</p> <p>Themen der Quantentechnologien selbstständig analysieren.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Mathematik (1 - 4) und Experimentalphysik (1 & 2) sollten abgeschlossen sein.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Haken, Herrmann &amp; Wolf, Hans Christoph (2004): Atom- und Quantenphysik</li><li>• Nolting, Christoph (2009): Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik Grundlagen</li></ul>
----	--------------------------	---



1	<b>Modulbezeichnung</b> 43195	<b>Reconfigurable Computing</b> (Reconfigurable computing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Reconfigurable Computing (2 SWS) Übung: Exercises to Reconfigurable Computing (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich Tobias Hahn Mauro Martin Letras Luna Pierre-Louis Sixdenier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Content:</b></p> <p>Reconfigurable (adaptive) computing is a novel yet important research field investigating the capability of hardware to adapt to changing computational requirements such as emerging standards, late design changes, and even to changing processing requirements arising at run-time. Reconfigurable computing thus benefits from a) the programmability of software similar to the Von Neumann computer and b) the speed and efficiency of parallel hardware execution.</p> <p>The purpose of the course reconfigurable computing is to instruct students about the possibilities and rapidly growing interest in adaptive hardware and corresponding design techniques by providing them the necessary knowledge for understanding and designing reconfigurable hardware systems and studying applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration.</p> <p>After a general introduction about benefits and application ranges of reconfigurable (adaptive) computing in contrast to general-purpose and application-specific computing, the following topics will be covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconfigurable computing systems: Introduction of available technology including fine grained look up table (LUT-) based reconfigurable systems such as field programmable gate arrays (FPGA) as well as newest coarse grained architectures and technology.</li> <li>• Design and implementation: Algorithms and steps (design entry, functional simulation, logic synthesis, technology mapping, place and route, bit stream generation) to implement (map) algorithms to FPGAs. The main focus lies on logic synthesis algorithms for FPGAs, in particular LUT technology mapping.</li> <li>• Temporal partitioning: techniques to reconfigure systems over time. Covered are the problems of mapping large circuits which do not fit one single device. Several temporal partitioning techniques are studied and compared.</li> <li>• Temporal placement: Techniques and algorithms to exploit the possibility of partial and dynamic (run-time) hardware</li> </ul>	

		<p>reconfiguration. Here, OS-like services are needed that optimize the allocation and scheduling of modules at run-time.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• On-line communication: Modules dynamically placed at run-time on a given device need to communicate as well as transport data off-chip. State-of-the-art techniques are introduced how modules can communicate data at run-time including bus-oriented as well as network-on-a-chip (NoC) approaches.</li> <li>• Designing reconfigurable applications on Xilinx Virtex FPGAs: In this part, the generation of partial bitstreams for components to be placed at run-time on Xilinx FPGAs is introduced and discussed including newest available tool flows.</li> <li>• Applications: This section presents applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. It covers the use of reconfigurable systems including rapid prototyping, reconfigurable supercomputers, reconfigurable massively parallel computers and studies important application domains such as distributed arithmetic, signal processing, network packet processing, control design, and cryptography.</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Learning objectives and competencies:</b></p> <p>Domain-specific knowledge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students know to exploit run-time reconfigurable design methodologies for adaptive applications.</li> </ul> <p>Domain-specific comprehension</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students understand the mapping steps and optimization algorithms.</li> <li>• The students classify different types and kinds of reconfigurable hardware technologies available today.</li> <li>• The students clarify pros and cons of reconfigurable computing technology.</li> <li>• The students summarize applications benefiting from reconfigurable computing.</li> <li>• The students describe the design of circuits and systems-on-a-chip (SoC) on FPGAs.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Selection of this module prohibits the selection of the modules "Reconfigurable Computing (Lecture with Exercises)" or "Reconfigurable Computing (Lecture with Extended Exercises)" by the student.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten) Oral examination (Duration: 30 min).

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%) The oral examination determines the final grade of the module.
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Further reading material:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The Hamburg VHDL Archive (see Documentation link for free books) <a href="http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/vlsi/vhdl/index.php">http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/vlsi/vhdl/index.php</a></li> <li>• Interactive VHDL Tutorial with 150 examples from ALDEC <a href="http://www.aldec.com/downloads/">http://www.aldec.com/downloads/</a></li> <li>• Easy FPGA tutorials, projects, and boards <a href="http://www.fpga4fun.com">http://www.fpga4fun.com</a></li> <li>• Xilinx WebPack ISE and Modelsim MXE (free FPGA synthesis tool and free VHDL simulator) <a href="http://www.xilinx.com/ise/logic_design_prod/webpack.htm">http://www.xilinx.com/ise/logic_design_prod/webpack.htm</a></li> <li>• Symphony EDA free VHDL simulator (select FREE Edition license) <a href="http://www.symphonyeda.com/products.htm">http://www.symphonyeda.com/products.htm</a></li> <li>• Icarus open-source Verilog simulator <a href="http://www.icarus.com/eda/verilog/">http://www.icarus.com/eda/verilog/</a></li> </ul> <p>Further information:</p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/reconfigurable-computing/">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/reconfigurable-computing/</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 714289	<b>Reconfigurable Computing (Lecture with Extended Exercises)</b> (Reconfigurable computing (lecture with extended exercises))	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Reconfigurable Computing (2 SWS) Übung: Extended Exercises to Reconfigurable Computing (2 SWS) Übung: Exercises to Reconfigurable Computing (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich Pierre-Louis Sixdenier Mauro Martin Letras Luna Tobias Hahn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Content:</b></p> <p>Reconfigurable (adaptive) computing is a novel yet important research field investigating the capability of hardware to adapt to changing computational requirements such as emerging standards, late design changes, and even to changing processing requirements arising at run-time. Reconfigurable computing thus benefits from a) the programmability of software similar to the Von Neumann computer and b) the speed and efficiency of parallel hardware execution.</p> <p>The purpose of the course reconfigurable computing is to instruct students about the possibilities and rapidly growing interest in adaptive hardware and corresponding design techniques by providing them the necessary knowledge for understanding and designing reconfigurable hardware systems and studying applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration.</p> <p>After a general introduction about benefits and application ranges of reconfigurable (adaptive) computing in contrast to general-purpose and application-specific computing, the following topics will be covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconfigurable computing systems: Introduction of available technology including fine grained look up table (LUT-) based reconfigurable systems such as field programmable gate arrays (FPGA) as well as newest coarse grained architectures and technology.</li> <li>• Design and implementation: Algorithms and steps (design entry, functional simulation, logic synthesis, technology mapping, place and route, bit stream generation) to implement (map) algorithms to FPGAs. The main focus lies on logic synthesis algorithms for FPGAs, in particular LUT technology mapping.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temporal partitioning: techniques to reconfigure systems over time. Covered are the problems of mapping large circuits which do not fit one single device. Several temporal partitioning techniques are studied and compared.</li> <li>• Temporal placement: Techniques and algorithms to exploit the possibility of partial and dynamic (run-time) hardware reconfiguration. Here, OS-like services are needed that optimize the allocation and scheduling of modules at run-time.</li> <li>• On-line communication: Modules dynamically placed at run-time on a given device need to communicate as well as transport data off-chip. State-of-the-art techniques are introduced how modules can communicate data at run-time including bus-oriented as well as network-on-a-chip (NoC) approaches.</li> <li>• Designing reconfigurable applications on Xilinx Virtex FPGAs: In this part, the generation of partial bitstreams for components to be placed at run-time on Xilinx FPGAs is introduced and discussed including newest available tool flows.</li> <li>• Applications: This section presents applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. It covers the use of reconfigurable systems including rapid prototyping, reconfigurable supercomputers, reconfigurable massively parallel computers and studies important application domains such as distributed arithmetic, signal processing, network packet processing, control design, and cryptography.</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Learning objectives and competencies:</b></p> <p>Domain-specific knowledge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students know to exploit run-time reconfigurable design methodologies for adaptive applications.</li> </ul> <p>Domain-specific comprehension</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students understand the mapping steps, and optimization algorithms.</li> <li>• The students classify different types and kinds of reconfigurable hardware technologies available today.</li> <li>• The students clarify pros and cons of reconfigurable computing technology.</li> <li>• The students summarize applications benefiting from reconfigurable computing.</li> </ul> <p>Domain-specific practice</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students apply design tools for implementation of circuits and systems-on-a-chip (SoC) on FPGAs during practical training.</li> </ul> <p>Social competency</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students perform group work in small teams during practical training.</li> </ul>

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Selection of this module prohibits the selection of the modules "Reconfigurable Computing" or "Reconfigurable Computing (Lecture with Exercises)" by the student.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Further reading material:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The Hamburg VHDL Archive (see Documentation link for free books) <a href="http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/visi/vhdl/index.php">http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/visi/vhdl/index.php</a></li> <li>• Interactive VHDL Tutorial with 150 examples from ALDEC <a href="http://www.aldec.com/downloads/">http://www.aldec.com/downloads/</a></li> <li>• Easy FPGA tutorials, projects, and boards <a href="http://www.fpga4fun.com">http://www.fpga4fun.com</a></li> <li>• Xilinx WebPack ISE and Modelsim MXE (free FPGA synthesis tool and free VHDL simulator) <a href="http://www.xilinx.com/ise/logic_design_prod/webpack.htm">http://www.xilinx.com/ise/logic_design_prod/webpack.htm</a></li> <li>• Symphony EDA free VHDL simulator (select FREE Edition license) <a href="http://www.symphonyeda.com/products.htm">http://www.symphonyeda.com/products.htm</a></li> <li>• Icarus open-source Verilog simulator <a href="http://www.icarus.com/eda/verilog/">http://www.icarus.com/eda/verilog/</a></li> </ul> <p>Further information:</p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/reconfigurable-computing/">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/reconfigurable-computing/</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93185	<b>Reinforcement Learning</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Christopher Mutschler	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The lecture aims at teachin Reinforcement Learning (RL) and will cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Reinforcement Learning (Agent-Environment-Interface, Markov Decision Processes)</li> <li>• Dynamic Programming (Bellman Equations, Value Iteration, Policy Iteration)</li> <li>• Model-Free Prediction</li> <li>• Model-Free Control</li> <li>• Value Function Approximation (Linear VFA and DQNs)</li> <li>• Policy-based Reinforcement Learning (Monte-Carlo Policy Gradient, Advantage Estimators, TRPO, PPO)</li> <li>• Model-based RL</li> <li>• Offline RL</li> <li>• Explainable RL</li> <li>• Exploration-Exploitation</li> <li>• Simulation to Reality Transfer</li> <li>• Research frontiers &amp; hot topics, Sim2Real &amp; Real-World Applications</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students will learn to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the basic principle behind sequestration decision making problems and how to translate them into a formal model</li> <li>• compare and analyze methods different agents to search for policies</li> <li>• implement the presented methods in PyTorch,</li> <li>• discuss the social impact of applications that automate decision making</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	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.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. 2018. Reinforcement Learning: An Introduction. A Bradford Book, Cambridge, MA, USA.</li> <li>• Bellman, R.E. 1957. Dynamic Programming. Princeton University Press, Princeton, NJ. Republished 2003: Dover, ISBN 0-486-42809-5.</li> <li>• Csaba Szepesvari and Ronald Brachman and Thomas Dietterich. 2010. Algorithms for Reinforcement Learning. Morgan and Claypool Publishers.</li> <li>• Warren B. Powell. 2011. Approximate Dynamic Programming. Wiley.</li> <li>• 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.</li> <li>• Dimitri P. Bertsekas. 2017. Dynamic Programming and Optimal Control. Athena Scientific.</li> <li>• Miguel Morales. 2020. grokking Deep Reinforcement Learning. Manning.</li> <li>• Laura Graesser and Keng Wah Loon. 2019. Foundations of Deep Reinforcement Learning: Theory and Practice in Python. Addison-Wesley Data &amp; Analytics.</li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 43722	<b>Scientific Visualization</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorials to Scientific Visualization (2 SWS) Vorlesung: Scientific Visualization (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther Xingze Tian	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The amount of data, generated in the pursuit of scientific discovery, keeps rapidly increasing across all major scientific disciplines. How can we make sense of large, time-dependent, high-dimensional and multi-variate data? This lecture provides an introduction into scientific visualization. Throughout the course, we cover the fundamental perception basics needed to convey information accurately. After categorizing different data types based on their dimensionality, we dive deeper into specific techniques for scalar, vector and tensor valued data.</p> <p>The lecture covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• visualization design basics (data abstraction, visual encoding of information),</li> <li>• a review of scalar and vector calculus (differential properties, extremal and critical points),</li> <li>• data structures and data acquisition techniques (grids, interpolation, and differentiation),</li> <li>• indirect volume visualization (marching cubes and contour trees),</li> <li>• direct volume visualization (ray marching and Monte Carlo rendering),</li> <li>• elementary and line-based flow visualization (numerical integration, seeding, rendering),</li> <li>• surface-based flow visualization (integration, selection, rendering),</li> <li>• topology-based flow visualization (topological skeleton, bifurcations, feature flow fields),</li> <li>• feature-based flow visualization (vortices, material boundaries, Lagrangian coherent structures),</li> <li>• advanced methods (tensor visualization, uncertainty, ensembles)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• use perception basics to select appropriate visualization methods</li> <li>• classify data and select appropriate visualization techniques</li> <li>• calculate differential properties of scalar and vector fields</li> <li>• identify features in scalar and vector-valued data</li> <li>• implement numerical extraction algorithms</li> <li>• learn the advantages and disadvantages of common visualization techniques</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92682	<b>Signale und Systeme II</b> (Signals and systems 2)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Diskrete Signale*</p> <p>Elementare Operationen und Eigenschaften, spezielle diskrete Signale, Energie und Leistung, Skalarprodukt und Orthogonalität, Faltung und Korrelation</p> <p>*Zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT)*</p> <p>Definition, Beispiele, Korrespondenzen, inverse zeitdiskrete Fourier-Transformation, Eigenschaften und Sätze</p> <p>*Diskrete Fourier-Transformation (DFT)*</p> <p>Definition, Beispiele, Korrespondenzen, Eigenschaften und Sätze, Faltung mittels der diskreten Fourier-Transformation, Matrixschreibweise, schnelle Fourier-Transformation (FFT)</p> <p>*z-Transformation*</p> <p>Definition, Beispiele, Korrespondenzen, inverse z-Transformation, Eigenschaften und Sätze</p> <p>*Diskrete LTI-Systeme im Zeitbereich*</p> <p>Beschreibung durch Impulsantwort und Faltung, Beschreibung durch Differenzgleichungen, Beschreibung durch Zustandsraumdarstellung</p> <p>*Diskrete LTI-Systeme im Frequenzbereich*</p> <p>Eigenfolgen, Systemfunktion und Übertragungsfunktion, Verkettung von LTI-Systemen, Zustandsraumbeschreibung im Frequenzbereich</p> <p>*Diskrete LTI-Systeme mit speziellen Übertragungsfunktionen*</p> <p>Reellwertige Systeme, verzerrungsfreie Systeme, linearphasige Systeme, minimalphasige Systeme und Allpässe, idealer Tiefpass und ideale Bandpässe, idealer Differenzierer</p> <p>*Kausale diskrete LTI-Systeme und Hilbert-Transformation*</p>	

		<p>Kausale diskrete LTI-Systeme, Hilbert-Transformation für periodische Spektren, analytisches Signal und diskreter Hilbert-Transformator</p> <p>*Stabilität diskreter LTI-Systeme*</p> <p>BIBO-Stabilität, kausale stabile diskrete Systeme, Stabilitätskriterium für Systeme N-ter Ordnung</p> <p>*Beschreibung von Zufallssignalen*</p> <p>Erwartungswerte, stationäre und ergodische Zufallsprozesse, Autokorrelations- und Korrelationsfunktion, Leistungsdichtespektrum, komplexwertige Zufallssignale</p> <p>*Zufallssignale und LTI-Systeme*</p> <p>Verknüpfung von Zufallssignalen, Reaktion von LTI-Systemen auf Zufallssignale, Wienerfilter</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren diskrete Signale mit Hilfe der zeitdiskreten Fourier-Transformation und berechnen deren diskrete Fourier-Transformation</li> <li>• bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für diskrete lineare zeitinvariante Systeme</li> <li>• berechnen System- und Übertragungsfunktionen für diskrete lineare zeitinvariante Systeme</li> <li>• analysieren die Eigenschaften von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung</li> <li>• stufen diskrete lineare zeitinvariante Systeme anhand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein</li> <li>• bewerten Kausalität und Stabilität von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen</li> <li>• bewerten diskrete Zufallssignale durch Berechnung von Erwartungswerten und Korrelationsfunktionen</li> <li>• beurteilen die wesentlichen Effekte einer Filterung von diskreten Zufallssignalen durch diskrete lineare zeitinvariante Systeme</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96460	<b>Speech and Audio Signal Processing</b> (Speech and audio signal processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zur Sprach- und Audiosignalverarbeitung (1 SWS) Vorlesung: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Mhd Modar Halimeh Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann
5	<b>Inhalt</b>	<p>It concentrates on algorithms for speech and audio signal processing with applications in telecommunications and multimedia, especially</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physiology and models for human speech production and hearing: source-filter model, filterbank model of the cochlea, masking effects,</li> <li>• representation of speech and audio signals: estimation and representation of short-term and long-term statistics in the time and frequency domain as well as the cepstral domain; typical examples and visualizations</li> <li>• source coding for speech and audio signals: criteria, scalar and vector quantization, linear prediction, prediction of the pitch frequency; waveform coding, parametric coding, hybrid coding, codec standards (ITU, GSM, ISO-MPEG)</li> <li>• basic concepts of automatic speech recognition (ASR): feature extraction, dynamic time warping, Hidden Markov Models (HMMs)</li> <li>• basic concepts of speech synthesis: text-to-speech systems, model-based and data-driven synthesis, PSOLA synthesis system</li> <li>• signal enhancement for acquisition and reproduction: noise reduction, acoustic echo cancellation, dereverberation using single-channel and multichannel algorithms.</li> </ul> <p>Es werden Grundlagen und Algorithmen der Verarbeitung von Sprach- und Audiosignalen mit Anwendungen in Telekommunikation und Multimedia behandelt, insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physiologie und Modelle der Spracherzeugung und des Hörens: Quelle-Filter-Modell, Filterbank-Modell der Cochlea; Maskierungseffekte;</li> <li>• Darstellung von Sprach- und Audiosignalen: Schätzung und Darstellung der Kurzzeit- und Langzeitstatistik in Zeit-, Frequenz- und Cepstralbereich; typische Beispiele, Visualisierungen;</li> <li>• Quellencodierung für Sprache und Audiosignale: Kriterien; skalare und vektorielle Codierung; lineare Prädiktion; Pitchprädiktion; Wellenform-/Parameter-/Hybrid-Codierung; Standards (ITU, GSM, ISO-MPEG)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spracherkennung: Merkmalextraktion, Dynamic Time Warping, Hidden Markov Models</li> <li>• Grundprinzipien der Sprachsynthese: Text-to-Speech Systeme, modellbasierte und datenbasierte Synthese, PSOLA-Synthese</li> <li>• Signalverbesserung bei Signalaufnahme und wiedergabe: Geräuschbefreiung, Echokompensation, Enthaltung mittels ein- und mehrkanaliger Verfahren;</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand basic physiological mechanisms of human speech production and hearing and can apply them for the analysis of speech and audio signals</li> <li>• apply basic methods for the estimation and representation of the short-term and long-term statistics of speech and audio signals and can analyze such signals by means of these methods</li> <li>• understand current methods for source coding of speech and audio signals and can analyze current coding standards</li> <li>• verstehen die Grundbausteine von Spracherkennungssystemen und können deren Funktion mittels Rechnersimulation analysieren</li> <li>• understand the basic principle of text-to-speech systems and can apply fundamental methods for speech synthesis</li> <li>• can apply basic algorithms for speech enhancement and understand their functionality for real-world data.</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die grundlegenden physiologischen Mechanismen der Spracherzeugung und des Hörens beim Menschen und können diese zur Analyse von Sprach- und Audiosignalen anwenden</li> <li>• wenden die grundlegenden Methoden zur Schätzung und Darstellung der Kurzzeit- und Langzeitstatistik von Sprach- und Audiosignalen an und können diese damit analysieren</li> <li>• verstehen die aktuellen Methoden zur Quellencodierung von Sprache- und Audiosignalen und können aktuelle Codierstandards analysieren</li> <li>• verstehen die Grundbausteine von Spracherkennungssystemen und können deren Funktion mittels Rechnersimulation analysieren</li> <li>• verstehen die Grundprinzipien von Text-to-Speech Systemen und können elementare Algorithmen zur Sprachsynthese anwenden</li> <li>• können elementare Algorithmen zur Signalverbesserung anwenden und für reale Daten analysieren</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorlesung Signale und Systeme I & II

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Gemäß themenbezogenen Angaben in der Lehrveranstaltung



1	<b>Modulbezeichnung</b> 96430	<b>Statistical Signal Processing</b> (Statistical signal processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Ergänzungen und Übungen zur statistischen Signalverarbeitung (1 SWS) Vorlesung: Statistische Signalverarbeitung (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Haubner Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The course concentrates on fundamental methods of statistical signal processing and their applications. The main topics are:</p> <p>*Discrete-time stochastic processes in the time and frequency domain*</p> <p>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).</p> <p>*Estimation theory*</p> <p>estimation criteria, prediction, classical and Bayesian parameter estimation (including MMSE, Maximum Likelihood, and Maximum A Posteriori estimation), Cramer-Rao bound</p> <p>*Linear signal models*</p> <p>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)</p> <p>*Signal estimation*</p> <p>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)</p> <p>*Adaptive filtering*</p> <p>Gradient methods, LMS, NLMS, APA and RLS algorithms and their convergence behavior</p>	

		<p>*Zeitdiskrete Zufallsprozesse im Zeit- und Frequenzbereich*</p> <p>Zufallsvariablen (ZVn), Wahrscheinlichkeitsverteilungen und dichten, Erwartungswerte; Transformation von ZVn; Vektoren normalverteilter ZVn; zeitdiskrete Zufallsprozesse (ZPe): Wahrscheinlichkeitsverteilungen und dichten, Erwartungswerte, Stationarität, Zyklstationarität, Ergodizität, Korrelationsfunktionen und -matrizen, Spektraldarstellungen; Principal Component Analysis, Karhunen-Loeve Transformation;</p> <p>*Schätztheorie*</p> <p>Schätzkriterien; Prädiktion; klassische und Bayessche Parameterschätzung (inkl. MMSE, Maximum Likelihood, Maximum A Posteriori); Cramer-Rao-Schranke</p> <p>*Lineare Signalmodelle*</p> <p>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;</p> <p>*Signalschätzung*</p> <p>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);</p> <p>*Adaptive Filterung*</p> <p>Gradientenverfahren; LMS-, NLMS-, APA- und RLS-Algorithmus und Ihr Konvergenzverhalten.</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• know the Gaussian distribution and its role to describe the properties of random variables, vectors and processes</li> <li>• understand the differences between classical and Bayesian estimation, derive and analyze MMSE and ML estimators for specific estimation problems, especially for signal estimation</li> <li>• analyze and evaluate optimum linear MMSE estimators (single- and multichannel Wiener filter and Kalman filter) for direct and inverse supervised estimation problems</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• evaluate adaptive filters for the identification of optimum linear estimators.</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die statistischen Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und stochastischen Prozessen mittels Wahrscheinlichkeitsdichten und Erwartungswerten, bzw. Korrelationsfunktionen, Korrelationsmatrizen und deren Frequenzbereichsdarstellungen</li> <li>• kennen die spezielle Rolle der Gaußverteilung und ihre Auswirkungen auf die Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und Prozessen</li> <li>• verstehen die Unterschiede klassischer und Bayesscher Schätzung, entwerfen und analysieren MMSE- und ML-Schätzer für spezielle Schätzprobleme, insbesondere zur Signalschätzung</li> <li>• analysieren und evaluieren lineare MMSE-optimale Schätzer (ein- und vielkanalige Wiener-Filter und Kalman-Filter) für direkte und inverse überwachte Schätzprobleme;</li> <li>• evaluieren adaptive Filter zur Identifikation optimaler linearer Signalschätzer</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Signale und Systeme I und Signale und Systeme II, Digitale Signalverarbeitung oder gleichwertige
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	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)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93170	<b>Systemnahe Programmierung in C</b> (Machine-oriented programming in C)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung: Systemnahe Programmierung in C (2 SWS)</p> <p>Übung: Systemnahe Programmierung in C - Rechnerübungen (2 SWS)</p> <p>Übung: Systemnahe Programmierung in C - Übungen (für Wiederholer) (2 SWS)</p> <p>Übung: Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (2 SWS)</p>	<p>2,5 ECTS</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>
3	Lehrende	Dr.-Ing. Volkmar Sieh Phillip Raffeck Maximilian Ott	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Volkmar Sieh
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Konzepte der systemnahen Programmierung</li> <li>• Einführung in die Programmiersprache C (Unterschiede zu Java, Modulkonzept, Zeiger und Zeigerarithmetik)</li> <li>• Softwareentwicklung auf der nackten Hardware" (ATmega-<math>\mu</math>C) (Abbildung Speicher <math>\leftrightarrow</math> Sprachkonstrukte, Unterbrechungen (  interrupts)) und Nebenläufigkeit)</li> <li>• Softwareentwicklung auf einem Betriebssystem" (Linux) (Betriebssystem als Ausführungsumgebung für Programme)</li> <li>• Abstraktionen und Dienste eines Betriebssystems (Dateisysteme, Programme und Prozesse, Signale, Threads, Koordinierung)</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die grundlegenden Elemente der Programmiersprache C: Datentypen, Operatoren, Ausdrücke, Kontrollstrukturen, Funktionen, Variablen, Präprozessor.</li> <li>• bewerten C im Vergleich zu Java im Bezug auf Syntax, Idiomatik und Philosophie.</li> <li>• nennen wesentliche Unterschiede der Softwareentwicklung für eine Mikrocontrollerplattform versus einer Betriebssystemplattform.</li> <li>• beschreiben die Funktionsweise von Zeigern.</li> <li>• beschreiben die Realisierung von Strings und Stringoperationen in C</li> <li>• verwenden spezifische Sprachmerkmale von C für die hardwarenahe Softwareentwicklung und den nebenläufigen Registerzugriff.</li> <li>• entwickeln einfache Programme in C für eine Mikrocontroller-Plattform (AVR ATmega) sowohl mit als auch ohne Bibliotheksunterstützung.</li> <li>• entwickeln einfache Programme für eine Betriebssystemplattform (Linux) unter Verwendung von POSIX Systemaufrufen.</li> <li>• erläutern Techniken der Abstraktion, funktionalen Dekomposition und Modularisierung in C.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Weg vom C-Programm zum ausführbaren Binärcode.</li> <li>• reproduzieren die grundlegende Funktionsweise eines Prozessors mit und ohne Unterbrechungsbearbeitung.</li> <li>• erläutern Varianten der Ereignisbehandlung auf eingebetteten Systemen.</li> <li>• verwenden Unterbrechungen und Energiesparzustände bei der Implementierung einfacher Steuergeräte.</li> <li>• erläutern dabei auftretende Synchronisationsprobleme (lost update, lost wakeup) und setzen geeignete Gegenmaßnahmen um.</li> <li>• beschreiben Grundzüge der Speicherverwaltung auf einer Mikrocontrollerplattform und einer Betriebssystemplattform (Stackaufbau, Speicherklassen, Segmente, Heap).</li> <li>• erläutern die Funktionsweise eines Dateisystems.</li> <li>• verwenden die grundlegende Ein-/Ausgabeoperationen aus der C-Standardbibliothek.</li> <li>• unterscheiden die Konzepte Programm und Prozess und nennen Prozesszustände.</li> <li>• verwenden grundlegende Prozessoperationen (fork, exec, signal) aus der C-Standardbibliothek.</li> <li>• erklären die Unterschiede zwischen Prozessen und Fäden und beschreiben Strategien zur Fadenimplementierung auf einem Betriebssystem.</li> <li>• erläutern Koordinierungsprobleme auf Prozess-/Fadenebene und grundlegende Synchronisationsabstraktionen (Semaphore, Mutex).</li> <li>• verwenden die POSIX Fadenabstraktionen zur Implementierung mehrfädiger Programme.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundlegende Kenntnisse der Programmierung  (unabhängig von der Programmiersprache)
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manfred Dausmann, Ulrich Bröckl, Dominic Schoop, et al. "C als erste Programmiersprache: Vom Einsteiger</li> </ul>

zum Fortgeschrittenen". Vieweg+Teubner, 2010. ISBN: 978-3834812216. [Link](#)

- Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie. "The C Programming Language". Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 1988. ISBN: 978-8120305960.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93180	<b>Systemprogrammierung</b> (System programming)	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Systemprogrammierung 2 (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 1 und 2 - Rechnerübungen (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 1 - Übung (2 SWS) Vorlesung: Systemprogrammierung 1 (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 1 - Übungen (für Wiederholer) (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 2 - Übungen (2 SWS)	- - 2,5 ECTS 2,5 ECTS - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat Dustin Nguyen Luis Gerhorst Jonas Rabenstein	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation)</li> <li>• Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme</li> <li>• Programmierung von Systemsoftware</li> <li>• C, Make, UNIX-Shell (Solaris, Linux, MacOS X)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen</li> <li>• verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen</li> <li>• erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen realen und abstrakten (virtuellen) Maschinen</li> <li>• erlernen die Programmiersprache C</li> <li>• entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufchnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice (120 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit MultipleChoice (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 180 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lehrbuch: Betriebssysteme Grundlagen, Entwurf, Implementierung, Wolfgang Schröder-Preikschat, 2008</li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 650143	<b>Systemprogrammierung Vertiefung</b> (Advanced systems programming)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Systemprogrammierung 2 (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 1 und 2 - Rechnerübungen (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 2 - Übungen (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat Dustin Nguyen Luis Gerhorst Jonas Rabenstein	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation)</li> <li>• Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme</li> <li>• Programmierung von Systemsoftware</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen</li> <li>• verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen</li> <li>• erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen realen und abstrakten (virtuellen) Maschinen</li> <li>• erlernen die Programmiersprache C</li> <li>• entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufchnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 498723	<b>Transformationen in der Signalverarbeitung</b> (Transforms in signal processing)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transformationen in der Signalverarbeitung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Jürgen Seiler	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.Ing. Jürgen Seiler
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul "Transformationen in der Signalverarbeitung" behandelt mehrere verschiedene Transformationen, die im Rahmen der Signalverarbeitung Verwendung finden. Dabei werden zuerst die grundlegenden Konzepte von Transformationen diskutiert und die Vorteile die Transformationen mit sich bringen erläutert. Im Anschluss daran werden die grundlegenden Eigenschaften von Integraltransformationen betrachtet und die Laplace- und die Fourier-Transformation im Detail untersucht. Um auch zeitlich veränderliche Signale gut transformieren zu können werden danach die Kurzzeit-Fourier-Transformation und die Gabor-Transformation eingeführt. Im Anschluss daran erfolgt eine Betrachtung der Auswirkung der Abtastung auf transformierte Signale, bevor die z-Transformation als Transformation für diskrete Signale behandelt wird. Abschließend erfolgt die Betrachtung weiterer Transformationen für diskrete Signale wie der Diskreten Fourier-Transformation oder linearer Block-Transformationen.</p> <p>The module "Transforms in Signal Processing" covers several different transforms which are used in the field of signal processing. For this, first the basic concepts of transforms are discussed and the advantages which are offered by the different transforms are presented. Subsequent to this, fundamental properties of integral transforms are considered and the Laplace- and the Fourier-Transform are examined in detail. To be able to transform time-varying signals, the Short-Time Fourier-Transform and the Gabor-Transform are introduced, afterwards. Subsequent to this, the impact of sampling on transformed signals is analyzed before the z-Transform as a transform for discrete signals is covered. Finally, further transforms for discrete signals like the Discrete Fourier-Transform or Linear-Block Transforms are discussed.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können nach Besuch der Vorlesung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsmöglichkeiten von Transformationen bestimmen</li> <li>• Integraltransformationen gegenüberstellen und untersuchen</li> <li>• die Existenz von Transformationen hinterfragen</li> <li>• die Eindeutigkeit von Transformationen überprüfen</li> <li>• Sätze und Eigenschaften von Transformationen entwickeln</li> <li>• zu Transformationen zugehörige inverse Transformationen einschätzen</li> <li>• die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Transformationen einschätzen</li> <li>• auf Zusammenhänge zwischen Ausgangssignalen und transformierten Signalen folgern</li> <li>• Symmetriebeziehungen von Transformationen ausarbeiten</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhänge zwischen kontinuierlichen und diskreten Signalen ausarbeiten</li> </ul> <p>Educational Objectives and Competences:</p> <p>After attending the lecture, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>determine applications of transforms</li> <li>contrast and examine integral transforms</li> <li>question the existence of transforms</li> <li>evaluate the uniqueness of transforms</li> <li>develop theorems and properties of transforms</li> <li>evaluate to transforms corresponding inverse transforms</li> <li>evaluate the relationships between different transforms</li> <li>asses the relationship between original signal and transformed signals</li> <li>devise the symmetry properties of transforms</li> <li>devise the relationship between continuous and discrete signals</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	K. Krüger, Transformationen - Grundlagen und Anwendungen in der Nachrichtentechnik, Vieweg Verlag, Braunschweig  B. Girod, R. Rabenstein, A. Stenger, Einführung in die Systemtheorie, B. G. Teubner Verlag, Stuttgart

# M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93101	<b>AI in medical robotics</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: AI in Medical Robotics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Dr. Ive Weygers Simon Bachhuber	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel	
5	<b>Inhalt</b>	<p>This module is concerned with artificial intelligence technologies in medical robotics and with methods that establish different forms of intelligence in medical robotic systems. Participants will become familiar with the design and application of AI methods and algorithms for perception, motor control, planning, cognition and learning and with their application in biorobotic systems and robotic solutions for diagnosis and treatment. Application domains include minimally invasive surgery, motor rehabilitation, exoskeletons and assistive devices, as well as medical service robotics. The taught methods will be applied to application data during designated computer exercises that are integrated into the course.</p> <p>Topics include, but are not limited to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic principles and classification of artificial intelligence</li> <li>• Overview of medical robotic applications for AI methods and technologies</li> <li>• Perception in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Motion planning in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Adaptation and Learning in Human-Robotic Systems</li> <li>• Motion learning in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Cognition in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Application Example: Perception in a robotic surgery system</li> <li>• Application Example: Motor learning in a compliant upper-limb rehabilitation robot</li> <li>• Application Example: Locomotion in a medical service robot</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students are able to employ artificial intelligence technologies and methods for applications in medical robotics.</li> <li>• They are capable of understanding and handling the complexity of biorobotic AI systems and have command of a versatile set of methods for analyzing and further advancing such systems.</li> <li>• They are able to combine different tools and methods to achieve intelligent perception, planning, control, learning and cognition in robotic solutions for minimally invasive surgery, motor rehabilitation robotics, and medical service robotics.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Participants should be familiar with fundamentals of linear algebra. It is advantageous but not required to have some prior knowledge on linear dynamic systems or basic probability theory.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20192 M3 Medical Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47678	<b>Algorithmische Bioinformatik</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Algorithmic Bioinformatics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. David Blumenthal	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. David Blumenthal	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A very brief introduction to molecular biology.</li> <li>• Algorithms for global and local sequence alignment.</li> <li>• Algorithms for de novo sequence assembly.</li> <li>• Algorithms for secondary RNA structure prediction.</li> <li>• Algorithms for exploratory omics data analysis.</li> <li>• Algorithms for network alignment.</li> <li>• Algorithms for disease mechanism mining in biological networks.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• be able to explain the basics of molecular biology,</li> <li>• be able to explain fundamental algorithms used in the field,</li> <li>• be able to use paradigms of algorithm design such as dynamic programming, local search, and ant colony optimization in concrete application scenarios,</li> <li>• be able to reimplement the covered algorithms,</li> <li>• be able to provide detailed, technical explanations of the covered algorithms.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>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.</p>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Pointers to relevant papers will be provided throughout the lecture and be made available on StudOn. As optional accompanying literature, the following textbooks are recommended:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Phillip Compeau &amp; Pavel Pevzner: Bioinformatics Algorithms: An Active Learning Approach, Active Learning Publishers, 2018.</li><li>• Patrick Siarry (Ed.): Metaheuristics, Springer International Publishing, 2016.</li></ul>
----	--------------------------	---



1	<b>Modulbezeichnung</b> 96837	<b>A look inside the human body - gait analysis and simulation</b> (A look inside the human body - gait analysis and simulation)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: A look inside the human body - gait analysis and simulation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Anne Koelewijn	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Measurement systems for gait analysis</li> <li>• Methods to calculate joint kinetics and kinematics from experimental data</li> <li>• Muscle biology, specific to force generation, and modelling of muscles</li> <li>• Methods to calculate muscle activation from experimental data</li> <li>• Energetics of walking</li> <li>• Multibody dynamics</li> <li>• Creating simulations of gait</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Learning objectives:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Be familiar with the existing measurement options for gait analysis</li> <li>• Know state-of-the art techniques to process gait analysis experiments</li> <li>• Select an appropriate processing technique for a specific experiment</li> <li>• Understand how gait could be simulated and where these simulations could be applied</li> <li>• Know the function of the different components of the human body that are involved in locomotion</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Winter, David A. Biomechanics and motor control of human movement. John Wiley &amp; Sons, 2009.</li> <li>• Kelly, Matthew. "An introduction to trajectory optimization: How to do your own direct collocation." SIAM Review 59.4 (2017): 849-904.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 23070	<b>Biomedizinische Signalanalyse</b> (Biomedical signal analysis)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Biomedizinische Signalanalyse Übung (2 SWS) Vorlesung: Biomedizinische Signalanalyse (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier Daniel Krauß	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Für weitere Informationen, besuchen Sie bitte unseren zugehörigen StudOn Kurs.</p> <p><b>Content</b></p> <p>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.</p> <p>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 obtained.</p> <p>For more information, please visit our associated StudOn course</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<b>Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Kurses</b>	

## **Fachkompetenz**

### **Wissen**

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

### **Verstehen**

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

### **Anwenden**

- Signalcharakteristiken im Zeit- und Frequenzbereich bestimmen
- Algorithmen der Biosignalverarbeitung anwenden und in Python implementieren
- Filteroperationen zur Eliminierung von Artefakten anwenden und in Python implementieren
- Methoden selbstständig auf interdisziplinäre Fragestellungen der Medizin und der Ingenieurwissenschaften anwenden
- das Ergebnis von typischen Filteroperationen abschätzen

### **Analysieren**

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

### **Evaluieren (Beurteilen)**

- Biosignale mit medizinischen Normalwerten vergleichen und im medizinischen Kontext evaluieren
- Klassifikationsergebnisse beurteilen
- die Bedeutung der Biosignalverarbeitung für die Medizintechnik diskutieren

- Probleme in Gruppen kooperativ und verantwortlich lösen und in der Übungsgruppe bzw. im Forum diskutieren

**After completion of the course, students are able to**

**Knowledge**

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

**Understanding**

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

**Application**

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

**Analyze**

- derive filter characteristics from electric circuits
- compare signal analysis algorithms
- solve classification problems in Python

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• recognize typical artifacts in biosignals and propose solutions for their reduction</li> </ul> <p><b>Evaluation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• compare biosignals with medical norm values and evaluate them in a medical context</li> <li>• evaluate classification results</li> <li>• discuss the importance of biomedical signal analysis for medical engineering</li> <li>• solve and discuss problems in groups cooperatively in the group exercises and the online forum</li> </ul>
7	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b></p>	<p><b>Prerequisites</b></p> <p>The Biosig lectures and exercises do not have formal requirements. However, we expect you to have some knowledge about the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of Physiology and Anatomy (High-school level)</li> <li>•       <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Basic elements of electronic circuits (resistor, capacitor, inductor) and related equations</li> </ul> </li> <li>• Basic math: Integration, Differentiation, Limits</li> <li>•       <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fourier Transform (qualitative understanding)</li> <li>◦ Basic filter types</li> <li>◦ z-plane (qualitative understanding)</li> </ul> </li> </ul> <p>Furthermore, some knowledge in the following topics will be beneficial to easily understand the content of the lecture:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Advanced filter concepts</li> <li>• z-plane math / z-transform / pole-zero plots</li> <li>• Frequency domain math / detailed understanding of Fourier transform and its properties</li> <li>• Laplace transform</li> <li>• Basics of Python (for the exercises)</li> </ul> <p>If you want to refresh your knowledge on all the aforementioned topics, we recommend the following lectures and online resources: Note that</p>

		<p>some of them go beyond the requirements of this lecture for many topics!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signals and Systems I</li> <li>• Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker</li> <li>• Video Series: Introduction to discrete Control (and further videos from this channel, as general introduction to filter and z-plane math)</li> <li>• A visual introduction to Fourier Transform</li> <li>• Udacity Python Course Course materials from the Stanford "Introduction to Scientific Python"</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	elektronische Prüfung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	elektronische Prüfung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R.M. Rangayyan, Biomedical Signal Analysis: A case-study approach. 1st ed., 2002, New York, NY: John Wiley &amp; Sons.</li> <li>• E.N. Bruce, Biomedical Signal Processing and Signal Modeling. 1st ed., 2001, New York, NY: John Wiley &amp; Sons.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93109	<b>Computational Magnetic Resonance Imaging</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Magnetic Resonance Imaging Vorlesung (2 SWS) Übung: Computational Magnetic Resonance Imaging Übung (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Florian Knoll Jinho Kim	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Florian Knoll	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recap of MR signal and encoding, Fourier imaging</li> <li>• Introduction to the inverse problem of imaging</li> <li>• Partial Fourier imaging</li> <li>• Parallel imaging</li> <li>• Compressed sensing</li> <li>• Machine Learning in MRI</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>After completing this course, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the theory and algorithms of MR data acquisition and image reconstruction</li> <li>• Apply them themselves in real-world MR imaging tasks</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Z.P. Liang. Constrained Reconstruction Methods in MR Imaging.	



[http://mri.beckman.illinois.edu/resources/liang\\_1992\\_constrained\\_imaging\\_review.pdf](http://mri.beckman.illinois.edu/resources/liang_1992_constrained_imaging_review.pdf)

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

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

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44200	<b>Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Numerische Neurotechnologie - Übung (2 SWS) Vorlesung: Numerische Neurotechnologie - Vorlesung (2 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Tobias Reichenbach	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Tobias Reichenbach	
5	<b>Inhalt</b>	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.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Can understand the principles of the analysis of neural signals</li> <li>• Can apply information theory for the description of neural activity</li> <li>• Can perform simulations of the dynamics of single neurons as well as of neural networks</li> <li>• Can evaluate different approaches to construct Brain-Machine-Interfaces (BCIs)</li> <li>• Can explain concepts for the design of neural prosthesis</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	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.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44145	<b>Computer Architectures for Medical Applications</b> (Computer architectures for medical applications)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Computer Architectures for Medical Applications (0 SWS) Vorlesung: Computer Architectures for Medical Applications (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Simon Pfenning Prof. Dr. Gerhard Wellein Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	
5	<b>Inhalt</b>	Basiskomponenten eines Rechners <ul style="list-style-type: none"> <li>•             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ RISC-/CISC-Prozessoren</li> <li>◦ Speicherarchitektur und -hierarchie (Caches, Arbeitsspeicher, Hintergrundspeicher)</li> <li>◦ Parallele Programmierung</li> <li>◦ Leistungsmodellierung von Multicore- und Parallelerechnern</li> <li>◦ Umsetzung eines CT-Algorithmus auf GPUs und Multi-Core-Rechnern</li> </ul> </li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Fachkompetenz  Wissen  Studierende können Wissen abrufen und wiedergeben. Sie kennen konkrete Einzelheiten wie Begriffe, Definitionen, Fakten, und Abläufe in einem Prozessor darlegen.  Verstehen  Studierende können Beispiele für Rechnerarchitekturen anführen, sie sind in der Lage, Schaubilder von Prozessoren zu interpretieren und die Abläufe in eigenen Worten zu beschreiben.  Anwenden  Studierende können beim Erstellen eigener Programme durch Transfer des Wissens über Interna von Prozessorarchitekturen Optimierungen hinsichtlich des Laufzeitverhaltens vornehmen.  Analysieren  Studierende können zwischen verschiedenen Varianten von Lösungen einer Prozessorarchitektur klassifizieren, die Gründe für durchgeführte Entwurfsentscheidungen erschließen, Unterscheide gegenüberstellen und gegeneinander bewerten.  Lern- bzw. Methodenkompetenz	

		Studierende erwerben die Fähigkeit selbstständig Programme zur Durchführung einer Beispiel CT-Analyse auf Parallelprozessoren zu erstellen.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44150	<b>Diagnostic Medical Image Processing</b> (Diagnostic medical image processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Medical Image Processing for Diagnostic Applications (VHB-Kurs) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Manuela Meier Arpitha Ravi Celia Martín Vicario Luis Rivera Monroy	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>English version:</p> <p>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.</p> <p>Deutsche Version:</p> <p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>English Version:</p> <p>The participants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the challenges in interdisciplinary work between engineers and medical practitioners.</li> <li>• develop understanding of algorithms and math for diagnostic medical image processing.</li> <li>• learn that creative adaptation of known algorithms to new problems is key for their future career.</li> <li>• develop the ability to adapt algorithms to different problems.</li> <li>• are able to explain algorithms and concepts of the module to other engineers.</li> </ul> <p>Deutsche Version:</p> <p>Die Teilnehmenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Herausforderungen in der interdisziplinären Arbeit zwischen Ingenieuren und Ärzten.</li> <li>• entwickeln Verständnis für Algorithmen und Mathematik der diagnostischen medizinischen Bildverarbeitung.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erfahren, dass kreative Adaption von bekannten Algorithmen auf neue Probleme der Schlüssel für ihre berufliche Zukunft ist.</li> <li>• entwickeln die Fähigkeit Algorithmen auf verschiedene Probleme anzupassen.</li> <li>• sind in der Lage, Algorithmen und Konzepte des Moduls anderen Studierenden der Technischen Fakultät zu erklären.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Ingenieurmathematik  Engineering Mathematics
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich/mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich/mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47632	<b>Gait analysis and simulation+</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: A look inside the human body - gait analysis and simulation (2 SWS) Übung: A look inside the human body - gait analysis and simulation (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Anne Koelewijn
5	<b>Inhalt</b>	<p>The aim of this course is to teach methods of gait analysis and simulation. The lectures start with an introduction to relevant anatomic terms and definitions, followed by an introduction to the motions performed when walking or running. Different sensors and laboratory equipment are introduced, which are used to record gait/human movement. We will discuss different processing methods that can be used to determine relevant kinetic and kinematic parameters related to gait, such as joint angles, joint moments, and muscle forces. The second half of the lectures will focus on gait simulations. First, we discuss simulation methods, dynamic models and optimization techniques used to create gait simulations. Second, neural control of gait is discussed, as well as how simulations can be created to investigate this neural control.</p> <p>This lecture addresses the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Measurement systems for gait analysis</li> <li>• Methods to calculate joint kinetics and kinematics from experimental data</li> <li>• Muscle biology specific to force generation, and modelling of muscles</li> <li>• Methods to calculate muscle activation and force from experimental data</li> <li>• Energetics of walking</li> <li>• Multibody dynamics</li> <li>• Trajectory optimization for gait simulations</li> </ul> <p>Gait simulations based on neural control models</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Knowledge:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students learn what a normal walking and running gait cycle looks like</li> <li>• The students learn about the human body and commonly used anatomical and engineering terms that are important to describe locomotion.</li> <li>• The students learn about commonly used measurement and processing techniques to measure and calculate biomechanical parameters related to gait</li> <li>• The students learn how human gait simulations can be created.</li> <li>• The students learn about the control of human gait.</li> </ul> <p>Understanding:</p>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• The students understand the advantages and disadvantages of different data processing methods, models, and gait simulation methods.</li> <li>• The students understand when a simulation and when an experiment is appropriate to answer a research question</li> </ul> <p>Application</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students are able to develop an approach to answer a research question related to gait</li> <li>• The students are able to perform a gait analysis experiment and process with state-of-the-art methods</li> <li>• The students are able to implement numerical simulation methods in MATLAB or Python</li> <li>• The students are able to use the open source software OpenSim and SCONE</li> </ul> <p>Analyse</p> <p>The students are able to analyse gait kinetics and kinematics and identify abnormalities</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	No compulsory prerequisites. Background knowledge on multibody dynamics, simulation, and optimization is recommended
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43393	<b>Geometry Processing</b> (Geometry processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Roberto Grosso	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96310	<b>Image and Video Compression</b> (Image and video compression)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Image and Video Compression (1 SWS)	-
3	Lehrende	Andy Regensky	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Multi-Dimensional Sampling*</p> <p>Sampling theorem revisited, 2D sampling, spatiotemporal sampling, motion in 3D sampling</p> <p>*Entropy and Lossless Coding*</p> <p>Entropy and information, variable length codes, Huffman coding, unary coding, Golomb coding, arithmetic coding</p> <p>*Statistical Dependency*</p> <p>Joint entropy and statistical dependency, run-length coding, fax compression standards</p> <p>*Quantization*</p> <p>Rate distortion theory, scalar quantization, Lloyd-Max quantization, entropy coded scalar quantization, embedded quantization, adaptive quantization, vector quantization</p> <p>*Predictive Coding*</p> <p>Lossless predictive coding, optimum 2D linear prediction, JPEG-LS lossless compression standard, differential pulse code modulation (DPCM)</p> <p>*Transform Coding*</p> <p>Principle of transform coding, orthonormal transforms, Karhunen-Loève transform, discrete cosine transform, bit allocation, compression artifacts</p> <p>*Subband Coding*</p> <p>Principle of subband coding, perfect reconstruction property, discrete wavelet transform, bit allocation for subband coding</p> <p>*Visual Perception and Color*</p> <p>Anatomy of the human eye, sensitivity of the human eye, color spaces, color sampling formats</p> <p>*Image Coding Standards*</p>

		<p>JPEG and JPEG2000</p> <p>*Interframe Coding*</p> <p>Interframe prediction, motion compensated prediction, motion estimation, motion compensated hybrid coding</p> <p>*Video Coding Standards*</p> <p>H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2 / H.262, H.264 / MPEG-4 AVC, H.265 / MPEG-H HEVC</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• veranschaulichen die mehrdimensionale Abtastung und den Einfluss darauf durch Bewegung im Videosignal</li> <li>• unterscheiden und bewerten verschiedene Verfahren zur verlustfreien Codierung von Bild- und Videodaten</li> <li>• verstehen und analysieren Verbundentropie und statistische Abhängigkeiten in Bild- und Videodaten</li> <li>• berechnen skalare und vektorielle Quantisierer nach unterschiedlichen Optimierungsvorgaben (minimaler mittlerer quadratischer Fehler, entropiecodiert, eingebetteter Quantisierer)</li> <li>• bestimmen und evaluieren optimale ein- und zwei-dimensionale lineare Prädiktoren</li> <li>• wenden Prädiktion und Quantisierung sinnvoll in einem gemeinsamen DPCM-System an</li> <li>• verstehen das Prinzip und die Effekte von Transformations- und Teilbandcodierung für Bilddaten einschließlich optimaler Bitzuteilungen</li> <li>• beschreiben die Grundzüge der menschlichen visuellen Wahrnehmung für Helligkeit und Farbe</li> <li>• analysieren Blockschaltbilder und Wirkungsweisen hybrider Coder und Decoder für Videosignale</li> <li>• kennen die maßgeblichen internationalen Standards aus ITU und MPEG zur Bild- und Videokompression.</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• visualize multi-dimensional sampling and the influence of motion within the video signal</li> <li>• differentiate and evaluate different methods for lossless image and video coding</li> <li>• understand and analyze mutual entropy and statistical dependencies in image and video data</li> <li>• determine scalar and vector quantization for different optimization criteria (minimum mean square error, entropy coding, embedded quantization)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• determine and evaluate optimal one-dimensional and two-dimensional linear predictor</li> <li>• apply prediction and quantization for a common DPCM system</li> <li>• understand the principle and effects of transform and subband coding for image data including optimal bit allocation</li> <li>• describe the principles of the human visual system for brightness and color</li> <li>• analyze block diagrams and the functioning of hybrid coders and decoders for video signals</li> <li>• know the prevailing international standards of ITU and MPEG for image and video compression.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Modul Signale und Systeme II" und das Modul Nachrichtentechnische Systeme"
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	J.-R. Ohm, "Multimedia Communications Technology", Berlin: Springer-Verlag, 2004

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44156	<b>Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio
5	<b>Inhalt</b>	<p>Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering</p> <p>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.</p> <p>Module: Electrophysiology Generation of an action potential; HodgkinHuxley 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.</p> <p>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.</p> <p>Module: Applications to Neurophysiology Neuronal encoding of behaviour; motor unit physiology in humans; motoneuron properties, longitudinal assessment of neuronal function.</p> <p>Module: MATLAB / Python practical coursework Extraction of neural information from electrophysiological signals; associations of information between electrophysiological signals and behavioural data; Experiment in humans.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	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 Parkinsons 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.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	No compulsory prerequisites. Recommended: Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich Oral examination
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%) Oral examination 100%
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD</li> <li>Motor unit from Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087</li> <li>Surface Electromyography, Physiology, Engineering, and Applications Edited by Roberto Merletti and Dario Farina</li> <li>Neural Engineering, Edited by Bin He</li> <li>Tutorial: Analysis of motor unit discharge characteristics from high-density surface EMG signals, Del Vecchio et al.</li> </ul> <p><a href="https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426">https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Restoring sensorimotor function through intracortical interfaces: progress and looming challenges, Bensmaia and Miller <a href="https://www.nature.com/articles/nrn3724">https://www.nature.com/articles/nrn3724</a></li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44140	<b>Interventional Medical Image Processing</b> (Interventional medical image processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Medical Image Processing for Interventional Applications (VHB-Kurs) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Manuela Meier Arpitha Ravi Celia Martín Vicario Luis Rivera Monroy	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	<b>Inhalt</b>	<p>English Version:</p> <p>This module focuses on recent developments in image processing driven by medical applications.</p> <p>All algorithms are motivated by practical problems.</p> <p>The mathematical tools required to solve the considered image processing tasks will be introduced.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Furthermore, the module covers geometric calibration algorithms for single view calibration, epipolar geometry, and factorization.</p> <p>The last part of the module covers non-rigid registration based on variational methods and motion-compensated image reconstruction.</p> <p>Deutsche Version:</p> <p>Das Modul ist auf die jüngsten Entwicklungen in der Verarbeitung von medizinischen Bildern ausgerichtet.</p> <p>Alle Algorithmen werden durch praktische Probleme motiviert.</p> <p>Die mathematischen Werkzeuge, die für die Bildverarbeitungsaufgaben benötigt werden, werden eingeführt.</p> <p>Das Modul beginnt mit einem Überblick über Vorverarbeitungsalgorithmen, wie zum Beispiel Streustrahlkorrektur für</p>



		<p>Röntgenbilder, Kantenerkennung, Superresolution und kantenerhaltende Rauschunterdrückung.</p> <p>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.</p> <p>Darüber hinaus deckt die Vorlesung auch geometrische Kalibrierungsalgorithmen zur Einzelansicht-Kalibrierung, Epipolargeometrie und Faktorisierung ab.</p> <p>Der letzte Teil des Moduls deckt nicht-starre Registrierung auf der Grundlage von Variationsmethoden und bewegungskompensierter Bildrekonstruktion ab.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>English Version:</p> <p>The participants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• summarize the contents of the lecture.</li> <li>• apply pre-processing algorithms such as scatter correction and edge-preserving filtering.</li> <li>• extract information from images automatically by image analysis methods such as key point detectors and segmentation algorithms.</li> <li>• calibrate projection geometries for single images and image sequences using the described methods.</li> <li>• develop non-rigid registration methods using variational calculus and different regularizers.</li> <li>• adopt algorithms to new domains by appropriate modifications.</li> </ul> <p>Deutsche Version:</p> <p>Die Teilnehmenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fassen die Inhalte der Vorlesung zusammen.</li> <li>• wenden Vorverarbeitungsalgorithmen wie Streustrahlkorrektur und kantenerhaltende Filterung an.</li> <li>• extrahieren automatisch Informationen aus Bildern, indem sie Bildanalyseverfahren wie Punktdetektoren und Segmentierungsalgorithmen verwenden.</li> <li>• kalibrieren Projektionsgeometrien für Einzelbilder und Bildsequenzen mit den beschriebenen Methoden.</li> <li>• entwickeln nicht-starre Registrierungsmethoden mit Hilfe von Variationsrechnung und unterschiedlichen Regularisierern.</li> <li>• wenden Algorithmen auf neue Modalitäten durch entsprechende Änderungen im Algorithmus an.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich/mündlich (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich/mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 122337	<b>Magnetic Resonance Imaging</b> (Magnetic resonance imaging)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Magnetic Resonance Imaging 1 - Übung (2 SWS) Vorlesung: Magnetic Resonance Imaging 1 (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun Prof. Dr. Armin Michael Nagel Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun	
5	<b>Inhalt</b>	In this module, the physical and technical basics of MRI are taught in detail. The principles of data acquisition are explained and various examples are shown. Imperfections in the data acquisition lead to image artifacts that cannot be avoided in all cases. Strategies for detecting and avoiding image artifacts are explained. One of the great strengths of MRI in medical diagnostics is the ability to acquire images with different contrasts. The origin of the frequently used T1 and T2 weighted image contrasts is discussed in detail. Various MRI sequence techniques are also discussed."	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The participants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the principles, properties and limits of basic MRI techniques</li> <li>• develop the ability to choose an appropriate basic MRI sequence and to set up the corresponding sequence parameters for a range of basic applications</li> <li>• are able to explain MRI techniques, algorithms and concepts of the lecture to other engineers.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 568977	<b>Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung</b> (Magnetic resonance imaging 2 + exercise)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Magnetic Resonance Imaging 2 (2 SWS) Übung: Magnetic Resonance Imaging 2 - Übung (0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Armin Michael Nagel Prof. Dr. Frederik Bernd Laun	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In der Vorlesung werden fortgeschrittene Techniken der Magnetresonanztomographie (MRT) erklärt. Vorausgesetzt werden Kenntnisse über Grundlagen des Gebietes, wie sie z.B. in der Vorlesung Magnetic resonance imaging 1" behandelt werden (Blochgleichungen, T1- und T2-Wichtung, Schichtselektion, k-Raum-Kodierung). U.a. folgende Themen werden behandelt: Echoplanare Bildgebung; Bildgebung des Flusses, der Perfusion, der Diffusion, der magnetischen Suszeptibilität; funktionelle MRT; Ultrahochfeld-MRT; CEST-Bildgebung; MRT-Technik; Beschleunigungsverfahren, z.B. parallele Bildgebung; Angiographie; Bewegungskompensation.</p> <p>The lecture covers advanced topics in magnetic resonance imaging (MRI). Knowledge about the basic principles of MRI are required as they are covered in the lecture Magnetic Resonance Imaging 1" (Bloch equations, T1 and T2 weighting, slice selection, k-space encoding). I.a. the following topics will be treated: echo planar imaging; imaging of flow, perfusion, diffusion, magnetic susceptibility; functional MRI; ultrahigh field MRI; chemical exchange saturation transfer imaging; MRI technique; acceleration methods, e.g. parallel imaging; angiography; motion compensation.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The participants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the principles, properties and limits of advanced MRI techniques</li> <li>• develop the ability to adapt basic principles of MRI to advanced MRI techniques</li> <li>• are able to explain MRI techniques, algorithms and concepts of the lecture to other engineers.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur 120 min	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47615	<b>Numerische und physikalische Grundlagen von Bildgebungsalgorithmen für die CT-basierte Strahlentherapieplanung</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Numerische & physikalische Grundlagen von Bildgebungsalgorithmen für die CT basierte Strahlentherapie Planung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. rer. biol. hum. Christian Hofmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. rer. biol. hum. Christian Hofmann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Ziel dieses Moduls ist es eine praxisorientierte numerische and physikalische Einführung in verschiedene Algorithmen und Anwendungen zu geben, die bei der CT basierten Strahlentherapie Planung zum Einsatz kommen (z.B. Metallartefakt Reduktion, atemkorrelierte 4DCT Bildgebung, Elektronendichte Berechnung basierend auf Single Energy" und Dual Energy" Daten, erweiterte Messfeldrekonstruktion und Bildrekonstruktion im Allgemeinen).</p> <p>Hierbei wird in diesem Modul der Fokus auf Aspekte gelegt, die bei anderen Modulen häufig ausgelassen werden: Durch Live-Programmierung" und durch anschauliches Herleiten der numerischen Umsetzung mathematischer Zusammenhänge direkt auf dem Whiteboard" anstatt durch vorgefertigte Präsentationen lernen die Studierenden die numerische Realisierung mathematischer und physikalischer Problemstellungen in einer anschaulichen und praxisbezogenen Herangehensweise.</p> <p>Das Modul besteht aus:</p> <p>Einleitenden Präsentationen</p> <p>Live" Herleitungen der numerischer Umsetzung ausgehend von der mathematischen Theorie</p> <p>Live Programmierung" (auf einfache und anschaulichen Weise unter Zuhilfenahme einer Bibliothek die den Studierenden kostenlos zur Verfügung gestellt wird, welche sie frei zur eigenen Weiterbildung und Vertiefung der Inhalte verwenden können)</p> <p>Praktisches und interaktives Programmieren (Studierende werden während der Vorlesung mit Unterstützung eine numerische Aufgabe lösen)</p> <p>Technische Voraussetzungen: MATLAB Lizenz der FAU und ein Laptop (Python ist für die Zukunft ebenfalls angedacht). Eine Algorithmen Bibliothek wird kostenlos zur Verfügung gestellt.</p> <p>Das Modul hat Synergien mit dem Modul Computertomographie eine theoretische und praktische Einführung" von Christoph Bert und</p>	

		<p>Kollegen. Es ergänzt dieses Modul durch den klaren Fokus auf die Aspekte der numerische Umsetzung und schließt somit die Lücke zwischen Theorie und Praxis was häufig von den Studierenden gewünscht wurde.</p> <p>Dieses Modul hat keine anderen Module als Vorbedingungen. Es kann alleinstehend besucht werden.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Erklären und Wiedergeben numerischer und physikalischer Grundlagen von Algorithmen and Anwendungen der CT Bildgebungs-Technologien, die für die Strahlentherapie Planung eingesetzt werden</p> <p>Verstehen der Relevanz dieser Techniken in klinischer Praxis der Strahlentherapie Planung</p> <p>Lernen selbstständig mathematische und physikalische Probleme numerisch zu implementieren</p> <p>Verstehen wie ein numerisches Framework zur Simulation und Entwicklung verwendet wird (in MATLAB und mit git als Versionskontrolle)</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Thorsten Buzug, Computed Tomography From Photon Statistics to Modern Cone-Beam CT, Springer 2008</p> <p>Rene Werner, StrahlenTherapie atmungsbewegter Tumore, Springer 2013</p> <p>Bjorn Heismann, Bernhard Schmidt, Thomas Flohr, Spectral Computed Tomography, SPIE Press 2012</p> <p>Ping Xia, Andrew Godley, Chirag Shah, Gregory Videtic, John Suh, Strategies for Radiation Therapy Treatment Planning, Lehmans 2018</p>





1	<b>Modulbezeichnung</b> 44481	<b>Visual Computing in Medicine</b> (Visual computing in medicine)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Visual Computing in Medicine 1 (2 SWS) Vorlesung: Visual Computing in Medicine 2 (0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Peter Hastreiter PD Dr. Thomas Wittenberg	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Thomas Wittenberg
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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</p>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben aus Sicht der medizinischen Anwendung und konkreter Lösungsstrategien einen Einblick in komplexe Ansätze zur Bearbeitung wichtiger Krankheitsbilder</li> <li>lernen die Anforderungen an und die Verknüpfung von Methoden der medizinischen Bildanalyse und Visualisierung zur Bearbeitung kardiologischer, neurologischer, onkologischer und strahlentherapeutischer Fragestellungen</li> <li>erhalten einen Überblick zu komplexen Krankheitsbildern als Grundlage für effektive und effiziente Lösungen</li> <li>erwerben erweiterte Kenntnisse zur multimodalen Bildregistrierung mit nichtstarrten Transformationen</li> <li>erhalten vertieftes Wissen zu komplexen und aktuellen Themen der medizinischen Visualisierung (u.a. Integrationsverfahren, Transferfunktionen, Beschleunigungstechniken mit Grafikhardware)</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>learn the requirements and the linking of methods of medical image analysis and visualization for the processing of cardiological, neurological, oncological and radiotherapeutic questions</li> <li>get an overview of complex disease pictures as a basis for effective and efficient solutions</li> <li>acquire advanced knowledge to process multimodal image data using advanced methods</li> <li>receive in-depth knowledge on complex and up-to-date topics of medical visualization (including integration procedures, transfer functions, acceleration techniques with graphics hardware)</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Preim, C. Botha: Visual Computing for Medicine, Morgan Kaufmann Verlag, 2013</li> <li>• B. Preim, D. Bartz: Visualization in Medicine - Theory, Algorithms, and Applications, Morgan Kaufmann Verlag, 2007</li> <li>• H. Handels: Medizinische Bildverarbeitung, Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie, Vieweg und Teubner Verlag, 2009</li> <li>• P.M. Schlag, S. Eulenstein, Th. Lange: Computerassistierte Chirurgie, Elsevier Verlag, 2010</li> <li>• E. Neri, D. Caramella, C. Bartolozzi: Image Processing in Radiology, Springer Verlag, 2008</li> </ul>

# M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96312	<b>Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung</b> (Image, video and multidimensional signal processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Punktoperationen*</p> <p>Histogrammausgleich, Gamma-Korrektur</p> <p>*Binäroperationen*</p> <p>Morphologische Filter, Erosion, Dilatation, Opening, Closing</p> <p>*Farbräume*</p> <p>Trichromat, RGB- Farbraum, HSV-Farbraum</p> <p>*Mehrdimensionale Signale und Systeme*</p> <p>Theorie mehrdimensionaler Signale und Systeme, Impulsantwort, lineare Bildfilterung, Leistungsspektrum, Wiener Filter</p> <p>*Interpolation von Bildsignalen*</p> <p>Bilineare Interpolation, Bicubische Interpolation, Spline Interpolation</p> <p>*Merkmalsdetektion in Bildern*</p> <p>Bildmerkmale, Kantendetektion, Hough Transformation, Harris Ecken Detektor, Texturmerkmale, Grauwertematrix</p> <p>*Skalierungsraumdarstellung*</p> <p>LoG, DoG, SIFT, SURF</p> <p>*Bildabgleich*</p> <p>Projektive Abbildungen, Blockabgleich, Optischer Fluss, Merkmalsbasierter Abgleich mittels SIFT und SURF, RANSAC</p> <p>*Bildsegmentierung*</p> <p>Amplituden Schwellenwertermittlung, K-Means Clustering, Bayes Klassifikation, Regionen-basierte Segmentierung, kombinierte Segmentierung und Bewegungsschätzung, zeitliche Segmentierung von Videos</p>	

\*Bildverarbeitung im Transformationsbereich\*

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

\*Content:\*

\*Point operations\*

Histogram equalization, gamma correction

\*Binary operations\*

Morphological filters, erosion, dilation, opening, closing

\*Color spaces\*

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

\*Multidimensional signals and systems\*

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

\*Interpolation of image signals\*

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

\*Image feature detection\*

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

\*Scale space representation\*

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

\*Image matching\*

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

\*Image segmentation\*

		<p>Amplitude thresholding, k-means clustering, Bayes classification, region-based segmentation, combined segmentation and motion estimation, temporal segmentation of video</p> <p>*Transform domain image processing*</p> <p>Unitary transform, Karhunen-Loeve transform, separable transform, Haar and Hadamard transform, DFT, DCT</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen Punktoperationen an Bilddaten und Gamma-Korrektur</li> <li>• testen die Wirkung von Rangordnungs- und Medianfiltern an Bilddaten</li> <li>• unterscheiden und bewerten verschiedene Farbräume für Bilddaten</li> <li>• erklären das Prinzip der zwei-dimensionalen linearen Filterung für Bildsignale</li> <li>• berechnen und bewerten die zweidimensionale diskrete Fourier-Transformierte eines Bildsignales</li> <li>• bestimmen vergrößerte diskrete Bildsignale mit Methoden der bilinearen und Spline-Interpolation</li> <li>• überprüfen Bilddaten auf ausgewählte Textur-, Kanten- und Bewegungsmerkmale</li> <li>• analysieren Bild- und Videodaten auf Merkmale in unterschiedlichen Scale-Spaces</li> <li>• erläutern und beurteilen Methoden für das Matching von Bilddaten</li> <li>• segmentieren Bilddaten durch Programmierung von einfachen Klassifikations- oder Clustering-Verfahren</li> <li>• verstehen das Prinzip von Transformation auf Bilddaten und können diese an Beispielen anwenden.</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand point operations for image data and gamma correction</li> <li>• test the effects of rank order and median filters for image data</li> <li>• evaluate and differentiate between different color spaces for image data</li> <li>• explain the principle of two-dimensional linear filtering for image signals</li> <li>• calculate and evaluate the two-dimensional discrete Fourier transform of an image signal</li> <li>• determine enlarged discrete image signals by bi-linear and spline interpolation</li> <li>• verify image data for selected texture, edge and motion features</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• analyze image and video data for features in different scale spaces</li> <li>• explain and evaluate methods for the matching of image data</li> <li>• segment image data by implementing basic classification and clustering methods</li> <li>• understand the principle of transformations on image data and apply them exemplarily</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorlesung Signale und Systeme I und II
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	J.-R. Ohm:  Multimedia Content Analysis , Springer, 2016  J. W. Woods:  Multidimensional Signal, Image, and Video Processing and Coding , Academic Press, 2 <sup>nd</sup> edition, 2012

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47480	<b>Biomaterialien für Tissue Engineering</b> (Biomaterials for Tissue Engineering)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Biomaterials for Tissue Engineering (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Please scroll down for the English version</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tissue Engineering und regenerative Medizin: Konzepte, Definitionen und historische Entwicklung</li> <li>• Scaffolds: Anforderungen, Herstellung und Charakterisierung</li> <li>• Beispiele: scaffolds für Tissue Engineering von Knochen und Weichgeweben</li> <li>• Neue Konzepte: multifunktionelle scaffolds</li> <li>• Medikamentös wirksame scaffolds: Tissue Engineering und drug delivery</li> </ul> <p>*Content:*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tissue engineering and regenerative medicine: concepts, definitions and historical development</li> <li>• Scaffolds: requirements, production and characterization</li> <li>• Examples: scaffolds for tissue engineering of bone and soft tissues</li> <li>• New concepts: multifunctional scaffolds</li> <li>• Drug effective scaffolds: tissue engineering and drug delivery</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Please scroll down for the English version</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen die Wichtigkeit verschiedener Konzepte im Bereich Tissue Engineering (TE).</li> <li>• kennen die im Bereich Biomaterialien am häufigsten verwendeten Werkstoffe sowie deren Herstellung, Charakterisierung.</li> <li>• sind mit der Verarbeitung und dem Einsatz unterschiedlicher Materialtypen wie Metalle, Keramiken und Polymere als Gerüstmaterialien (scaffolds) im TE vertraut.</li> </ul> <p>*Learning objectives and competencies*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the importance of different concepts in tissue engineering (TE).</li> <li>• know the materials most commonly used in biomaterials, as well as their production and characterization.</li> <li>• are familiar with the processing and use of different types of materials such as metals, ceramics and polymers as scaffold structures in TE.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boccaccini, Gough, J.E. (eds.): Tissue engineering using ceramics and polymers; Cambridge, 2007</li> <li>• Polak, Mantalaris, Harding (eds.): Advances in Tissue Engineering; Oxford u.a., 2010</li> <li>• Wintermantel, Suk-Woo: Medizintechnik; Berlin, 52009</li> <li>• Hench, Jones (eds.): Biomaterials, artificial organs und tissue engineering; Oxford, 2005</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44445	<b>Cognitive Neuroscience for AI Developers</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Cognitive Neuroscience for AI Developers (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Patrick Krauß Prof. Dr. Andreas Kist	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explain the principles of neural information processing in the brain</li> <li>• compare and analyze methods from neuroscience to study neural networks</li> <li>• explain the neuroscientific underpinnings of artificial intelligence</li> <li>• explain principles and concepts of cognitive science</li> <li>• explain principles and concepts of neuroscience</li> <li>• compare and analyze machine learning methods to analyze neural data</li> <li>• explain approaches from deep learning to model brain function</li> <li>• discuss the commonalities of neuroscience and artificial intelligence</li> <li>• implement the presented methods in Python</li> <li>• explain concepts from cognitive neuroscience for the design of artificial intelligence systems</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182

		M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	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.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96838	<b>Computational Medicine I</b> (Computational Medicine I)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Medicine I (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Stefan Kniesburges Dr.-Ing. Marion Semmler Prof. Dr. Michael Döllinger	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Döllinger Ute Katz	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung vermittelt die Anwendung von computergestützten experimentellen und numerischen Methoden auf dem Gebiet der Stimmforschung. Es wird gezeigt, wie im Ingenieursstudium erlernte Methoden und Techniken in der medizinischen/klinischen Forschung zur Anwendung kommen. Dies wird anhand des Stimmentstehungsprozesses dargestellt, der strömungs- und strukturmechanische sowie akustische Aspekte umfasst. Die große Herausforderung in der Stimmforschung ist dabei, dass der Stimmentstehungsprozess am lebenden Menschen nur sehr eingeschränkt untersucht werden kann, da im menschlichen Kehlkopf Messsonden und Sensoren nur sehr schwer oder überhaupt nicht platziert werden können.</p> <p>Aus diesem Grund werden in dieser Vorlesung neben der Vermittlung der relevanten Physiologie und Anatomie, experimentelle und numerische Modellierungsstrategien, visuelle und Laser-gestützte Techniken zur in vivo Visualisierung der Stimmlippenschwingung und kombinierte experimentell-numerische Methoden zur Analyse des Fluid-Struktur-Akustik-gekoppelten Prozesses erarbeitet. Hierbei werden folgende Techniken und Methoden vermittelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Endoskopietechniken auf Basis digitaler Hochgeschwindigkeitskameras</li> <li>2) Digitale Bildverarbeitung und –analyse: klassische und moderne Deep Learning Verfahren</li> <li>3) 3D Laserstützte Highspeed-Visualisierung der Stimmlippenschwingung</li> <li>4) Entwicklung von klinischen Diagnostik- und Analysetechniken zur objektiven Beurteilung von Pathologien</li> <li>5) Numerische Modellierung der Stimmlippendynamik mit Massenmodellen und Finiten Elementen</li> <li>6) Numerische Simulation der Kehlkopfströmung und der Interaktion mit den Stimmlippen</li> <li>7) Numerische Simulation der Schallentstehung auf Basis der Kehlkopfströmung</li> <li>8) Experimentelle Modellierung des Kehlkopfes: synthetische und exzidierte Kadaver-Modelle</li> <li>9) Optimierungsverfahren zur multimodalen Analyse von klinischen Hochgeschwindigkeitsaufnahmen mittels numerischer Stimmlippenmodelle</li> <li>10) Analyse und Bearbeitung generierter Daten</li> </ol>	

		<p>The lecture communicates the application of computer controlled experimental and numerical methods in the area of physiological and pathological speech communication and speech production. It is communicated how learned theory and learned methods can be applied in medical and clinical oriented research. The main focus is on the process of voice production with its complex physical fluid-structure-acoustic interactions (FSAI). The challenge in clinical routine is the limited accessibility of the larynx where the sound is actually produced. This limited access makes it very difficult to place sensors and measurement tools directly in the living human.</p> <p>Hence, the lecture (1) briefly communicates relevant physiology and anatomy being requisite to actually understand the problem. (2) Experimental and numerical model strategies, visual and laser based techniques for visualization and (3) experimental / numerical methods for analysis of the fluid-structure-acoustic interaction are communicated. This includes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Imaging by High-speed-video endoscopy (&gt;4000 fps)</li> <li>2) Image processing and image analysis: classical approaches and machine learning based</li> <li>3) 3D laser based high-speed visualization</li> <li>4) Development of clinical diagnostic approaches for quantitative judgement of disorders</li> <li>5) Numerical modelling of laryngeal dynamics by lumped-mass and 3D-FVM models</li> <li>6) Numerical simulation of laryngeal airflow and interaction with the vocal folds</li> <li>7) Numerical simulation of generated acoustics</li> <li>8) Experimental model of laryngeal processes using synthetic and ex-vivo cadaver models</li> <li>9) Parameter optimization of numerical models towards real laryngeal dynamics</li> <li>10) How to analyse generated data</li> </ol>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden verstehen das systematische Vorgehen beim Erstellen und Verarbeiten von medizinischen Daten im Bereich der Grundlagen- und klinischen Forschung.</p> <p>The systematic process chain including generation, simulations, analysis and interpretation of multi-modal based data (clinical/experimental/numerical) within basic and clinical research will be communicated.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	-
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5;4;6;7;8;9;10

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich Mündliche Prüfung, 100%  Oral, 100%
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 96850	<b>Convex Optimization in Communications and Signal Processing</b> (Convex optimization in communications and signal processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Convex Optimization in Communications and Signal Processing (1 SWS) Vorlesung: Convex Optimization in Communications and Signal Processing (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Adela Vagollari Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Convex optimization problems are a special class of mathematical problems which arise in a variety of practical applications. In this course we focus on the theory of convex optimization, corresponding algorithms, and applications in communications and signal processing (e.g. statistical estimation, allocation of resources in communications networks, and filter design). Special attention is paid to recognizing and formulating convex optimization problems and their efficient solution.</p> <p>The course is based on the textbook "Convex Optimization" by Boyd and Vandenberghe and includes a tutorial in which many examples and exercises are discussed.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• characterize convex sets and functions,</li> <li>• recognize, describe and classify convex optimization problems,</li> <li>• determine the solution of convex optimization problems via the dual function and the KKT conditions,</li> <li>• apply numerical algorithms in order to solve convex optimization problems,</li> <li>• apply methods of convex optimization to different problems in communications and signal processing</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Signals and Systems, Communications	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Boyd, Steven ; Vandenberghe, Lieven: Convex Optimization. Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2004

1	<b>Modulbezeichnung</b> 710850	<b>eBusiness Technologies und Evolutionäre Informationssysteme</b> (eBusiness technologies and evolutionary information systems)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Evolutionäre Informationssysteme (2 SWS) Vorlesung: eBusiness Technologies (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>EBT:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick und Einblick in die wichtigsten Themen des Bereichs Business</li> <li>• User Interface, Business Logic und Database Layer</li> <li>• Agile Softwareentwicklung</li> <li>• Integration von Enterprise-Applikationen</li> <li>• Cloud &amp; Container</li> <li>• DevOps</li> </ul> <p><b>EIS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen rechnergestützter Informationssysteme und organisatorisches Lernen</li> <li>• Erfolgsfaktoren für Projekte</li> <li>• Software Wartung vs. Software Evolution</li> <li>• Architekturmodelle</li> <li>• Grundprinzipien evolutionärer Systeme</li> <li>• Datenqualität in Informationssystemen</li> </ul> <p><b>Contents:</b></p> <p><b>EBT:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modern technologies to implement Web-Applications for eBusiness</li> <li>• User Interface, Business Logic and Database Layer</li> <li>• Agile Software Development</li> <li>• Integration of Enterprise-Applications</li> <li>• Cloud &amp; Container</li> <li>• DevOps</li> </ul> <p><b>EIS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• IT-Support for Organizational Learning</li> <li>• Success- and Failure Factors for large scale IT-Projects</li> <li>• Software Maintenance vs. Software Evolution</li> <li>• Architectural Styles and their Impact on Evolvability</li> <li>• Principles for Evolvable Systems</li> <li>• Data Quality in Information Systems</li> </ul>

**EBT:**

Die Studierenden

- identifizieren die wichtigsten Themen des Bereichs eBusiness, von den Anwendungen bis zu den Implementierungen
- verstehen Zusammenhänge der B2B-Integration und der Realisierung von eBusiness-Anwendungen
- wiederholen Grundlagen des Webs
- vergleichen technische Eigenschaften von HTTP-, Web- und Application Servern
- vergleichen Markup Languages (HTML, XML)
- unterscheiden Ansätze zur Schema-Modellierung wie DTD und XML Schema und erkennen die unterschiedliche Leistungsfähigkeit
- verstehen Methoden zur evolutionsfähigen Gestaltung von Datenstrukturen in XML
- unterscheiden Vorgehen bei der Datenhaltung und verschiedene Ansätze für den Datenbankzugriff
- verstehen Objekt-relationale Mapping Frameworks am Beispiel von Hibernate und JPA
- verstehen Komponentenmodelle wie Enterprise JavaBeans (EJB) aus dem JEE Framework
- unterscheiden das EJB Komponentenmodell von den OSGi Bundles und den Spring Beans
- verstehen und unterscheiden grundlegende Web Service Techniken wie SOAP und WSDL
- unterscheiden Herangehensweisen zur dynamischen Generierung von Webseiten
- verstehen grundlegende Eigenschaften eines Java-basierten Front-End-Frameworks am Beispiel von JSF
- verstehen grundlegende Eigenschaften von Service-orientierten Architekturen (SOA)
- verstehen agile Vorgehensmodelle zur Software-Entwicklung am Beispiel von Scrum
- unterscheiden agile Verfahren wie Scrum von iterativ-inkrementellen Verfahren wie RUP
- verstehen die Wichtigkeit von Code-Beispielen um die praktische Anwendbarkeit des theoretischen Wissens zu veranschaulichen.
- können die Code-Beispiele eigenständig zur Ausführung bringen und die praktischen Erfahrungen interpretieren und bewerten
- gestalten eigene Lernprozesse selbständig.
- schätzen ihre eigenen Stärken und Schwächen im Hinblick auf die unterschiedlichen Architektur-Schichten ein (Benutzerinteraktion, Applikationslogik, Schnittstellenintegration, Datenbanksysteme)
- identifizieren eine eigene Vorstellung als zukünftige Software-Architekten und können die eigene Entwicklung planen

- reflektieren durch regelmäßige fachbezogene Fragen des Dozenten Ihre eigene Lösungskompetenz.

#### **EIS:**

Die Studierenden:

- definieren die Begriffe "Informationssysteme", "evolutionäre Informationssysteme" und "organisatorisches Lernen"
- grenzen die Begriffe "Wissen" und "Information" gegeneinander ab
- charakterisieren die in der Vorlesung erläuterten Formen der organisatorischen Veränderung
- erklären das SEKI Modell nach Nonaka und Takeuchi
- nennen Beispiele für die in der Vorlesung behandelten Formen der Wissensrepräsentation in IT-Systemen
- nennen typische Erfolgs- und Risikofaktoren für große IT-Projekte
- erklären die Kraftfeldtheorie nach Kurt Lewin
- unterscheiden Typen von Software gemäß der Klassifikation nach Lehman und Belady
- unterscheiden die in der Vorlesung vorgestellten Arten der Software Wartung
- benennen die Gesetzmäßigkeiten der Software-Evolution nach Lehman und Belady
- bewerten die in der Vorlesung vorgestellten Vorgehensmodelle zur Softwareerstellung im Kontext der E-Typ-Software
- nennen die in der Vorlesung vorgestellten Aspekte der Evolutionsfähigkeit von Software
- erklären, wie die in der Vorlesung vorgestellten Methoden zur Trennung von Belangen beitragen
- erklären das Konzept des "Verzögerten Entwurfs"
- erklären die Vor- und Nachteile generischer Datenbankschemata am Beispiel von EAV und EAV/CR
- charakterisieren die in der Vorlesung vorgestellten Architekturkonzepte
- grenzen die in der Vorlesung vorgestellten Integrationsanforderungen gegeneinander ab
- erklären wie Standards zur Systemintegration beitragen und wo die Grenzen der Standardisierung liegen
- erklären das Prinzip eines Kommunikationsservers und der nachrichtenbasierten Integration
- erklären den Begriff "Prozessintegration"
- definieren den Begriff "Enterprise Application Integration" (EAI)
- unterscheiden die in der Vorlesung vorgestellten Integrationsansätze
- erklären die in der Vorlesung vorgestellten Dimensionen der Datenqualität
- unterscheiden die grundlegenden Messmethoden für Datenqualität

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären das Maßnahmenportfolio zur Verbesserung der Datenqualität nach Redman</li> <li>• benennen die in der Vorlesung vorgestellten Methoden zur Verbesserung der Datenqualität</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Programmieren in Java, Datenbanken (SQL)
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	siehe Lehrveranstaltungsbeschreibungen

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43945	<b>Echtzeitsysteme 2</b> (Real-time computing 2)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Echtzeitsysteme 2 - Verlässliche Echtzeitsysteme - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Echtzeitsysteme 2 - Verlässliche Echtzeitsysteme (2 SWS) Übung: Echtzeitsysteme 2 - Verlässliche Echtzeitsysteme - Erweiterte Übungen (2 SWS) Übung: Echtzeitsysteme 2 - Verlässliche Echtzeitsysteme - Rechnerübungen (2 SWS)	- - - -
3	Lehrende	Peter Wägemann Phillip Raffeck Simon Schuster Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Peter Wägemann
5	<b>Inhalt</b>	<p>Viele Echtzeitsysteme sind in Bereiche des täglichen Lebens eingebettete, die hohe Anforderungen an die funktionale Sicherheit dieser Systeme stellen. Beispiele hierfür sind Fahrerassistenzsysteme in modernen Automobilen, medizinische Geräte, Prozessanlagen in Kernkraftwerken oder Chemiefabriken oder Flugzeuge. Fehlfunktionen in diesen Anwendungen ziehen mitunter katastrophale Konsequenzen nach sich - Menschen können ernsthaft verletzt oder sogar getötet werden, Landstriche können unbewohnbar gemacht oder zumindest großer finanzieller Schaden verursacht werden.</p> <p>Dieses Modul betrachtet Methoden und Werkzeuge, die uns helfen können, einerseits *zuverlässig Software zu entwickeln* (also Fehler im Programm zu entdecken und zu vermeiden), und andererseits *zuverlässige Software zu entwickeln* (also Abstraktionen, die auch im Fehlerfall ihre Gültigkeit behalten). Hierbei steht weniger die Vermittlung theoretischer Grundkenntnisse auf diesen Gebieten im Vordergrund, also vielmehr</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die praktische Anwendung existierende Werkzeuge und Methoden</li> <li>• sowie die Erfahrung und das Verständnis ihrer Grenzen.</li> </ul> <p>Auf diese Weise soll ein Fundament für die konstruktive Umsetzung verlässlicher Echtzeitsysteme gelegt werden. Dieses Modul soll daher fundierte Anknüpfungspunkte für die Entwicklung verlässlicher Echtzeitsysteme vermitteln, die Ad-hoc-Techniken möglichst ersetzen sollen.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen die Konzepte und die Taxonomie verlässlicher Systeme, unterscheiden Software- und Hardwarefehler und klassifizieren Fehler (Defekt, Fehler, Fehlverhalten).</li> </ul>

- stellen Fehlerbäume auf.
- organisieren Softwareentwicklungsprojekte mittels der Versionsverwaltung git.
- vergleichen die verschiedenen Arten der Redundanz als Grundvoraussetzung für Fehlererkennung und -toleranz.
- entwickeln fehlertolerante Systeme mittels Replikation.
- diskutieren die Fehlerhypothese und die Sicherstellung von Replikdeterminismus.
- erläutern die Vor- und Nachteile softwarebasierter Replikation und den Einsatz von Diversität.
- wenden Informationsredundanz zur Härtung von Daten- und Kontrollflüssen an.
- bewerten die Effektivität der arithmetischer Codierung von Programmen und verallgemeinern diesen Ansatz auf die verschiedenen Implementierungsebenen (Maschinenprogramm zu Prozessinkarnation).
- interpretieren den Einfluss der Ausführungsplattform (Hardware, Betriebssystem) auf die Leistungsfähigkeit der Fehlererkennung.
- konzipieren eine fehlertolerante Ausführungsumgebung für ein softwarebasiertes TMR-System basierend auf ANBD-Codierung.
- nennen die Grundlagen der systematischen Fehlerinjektion.
- überprüfen die Wirksamkeit von Fehlertoleranzmechanismen mittels Fehlerinjektion auf der Befehlssatzebene.
- entwickeln Testfälle für die Fehlerinjektion mittels des fail\*\* Werkzeugs.
- setzen Messergebnisse in Relation zu dem tatsächlichen Fehlerraum.
- beschreiben die Grundlagen der Fehlererholung (Vorwärts- bzw. Rückwärtskorrektur) und Reintegration fehlgeschlagener Knoten.
- vergleichen den Zustandstransfer am Beispiel der Running bzw. Recursive State Restoration.
- benennen Konzepte der Rückwärtskorrektur durch Entwurfsalternativen (Recovery Blocks).
- fassen die Grundlagen des dynamischen Testens zusammen.
- unterscheiden Black-Box und White-Box Testverfahren.
- konzipieren und implementieren Testfälle.
- überprüfen die Testüberdeckung anhand grundlegender Überdeckungskriterien (Anweisungs- bis Bedingungsüberdeckung).
- geben die Grundlagen der statischen Programmanalyse wieder.
- nennen die Funktionsweise von Hoare- WP-Kalkül.
- verifizieren eine Ampelsteuerung mittels des FramaC Werkzeugs zur statischen Analyse von C Programmen.
- beschreiben den Korrektheitsnachweis mittels abstrakter Interpretation und unterscheiden die konkrete von der abstrakten Programmsemantik.



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Funktionsweise von Sammel- und Präfixsemantiken.</li> <li>• erstellen einen Korrektheitsbeweis für einen a-b-Filter mittels des Astrée Werkzeugs zur abstrakten Interpretation von C Programmen.</li> <li>• bewerten die Verlässlichkeit kommerzieller, sicherheitskritischer Systeme anhand von Fallstudien (Sizewell B, Airbus A320).</li> <li>• erschließen sich typische Probleme und Fehlerquellen bei der Programmierung von eingebetteten Systemen im Allgemeinen.</li> <li>• klassifizieren Fallstricke und Mehrdeutigkeiten in der Programmiersprache C99 im Besonderen.</li> <li>• können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten.</li> <li>• können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.</li> <li>• reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.</li> <li>• können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich. Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein.</p> <p>Weiterhin sind grundlegende Kenntnisse über Echtzeitsysteme eine, zum Beispiel durch den Besuch der Veranstaltung "Echtzeitsysteme", empfohlen.</p> <p>Eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang jedoch nicht.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 742026	<b>eHealth</b> (eHealth)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: eHealth (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Wolfgang Rödle Wolfgang Rödle	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Wolfgang Rödle
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Rahmen dieses Moduls wird ein breiter Überblick zu Themen rund um das Thema "eHealth" (deutsch: Gesundheitstelematik) vorgestellt.</p> <p>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.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick der Akteure im Gesundheitswesen</li> <li>• Stichworte im Gesundheitswesen (Datawarehouse, Quantified-Self, ETL-Prozesse, Machine-Learning, künstliche Intelligenz, Usability etc.)</li> <li>• Benutzerfreundlichkeit und Evaluationsmethoden</li> <li>• Ethik in der Medizin, Ethikkommission und Ethikanträge</li> <li>• Datenschutz</li> <li>• Medizinproduktegesetz</li> <li>• ETL-Prozess, Datawarehouse und Datenintegrationszentren</li> <li>• Digitalisierungswerkzeuge des Gesundheitswesen (eRezept, ePatientenakte, eMedikationsplan etc.)</li> <li>• Datenanalyse medizinischer Dokumentation</li> <li>• Anonymisierung und Pseudonymisierung von Daten</li> </ul> <p>Die Studierenden ...</p> <p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben die Akteure des Gesundheitswesen wieder</li> <li>• stellen die Verbindungen zwischen den Akteuren des Gesundheitswesen dar</li> <li>• erklären den Hintergrund der Ethik in der Medizin und kennen die Aufgaben der Ethikkommissionen in Deutschland</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Umfang des Datenschutzes im medizinischen-technischen Bereich</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 / Usability in der Medizin etc.)</li> <li>• erklären Methoden aus dem Bereich der Benutzertauglichkeit (Usability) und Evaluationsmethoden</li> <li>• klassifizieren Medizinprodukte (inklusive Software)</li> <li>• erklären den Aufbau eines Datawarehouses und Datenintegrationszentren im medizinischen Bereich</li> <li>• erklären einen ETL-Prozess (ETL - Extract Transform Load)</li> <li>• kennen und beschreiben verschiedene Digitalisierungswerkzeuge im Gesundheitswesen (eRezept, ePatientenakte, eMedikationsplan etc.)</li> <li>• kennen Grundlegende Methoden zur Analyse von medizinischer/klinischer Dokumentation</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schreiben einen Ethikantrag</li> <li>• anonymisieren und pseudonymisieren medizinische Daten</li> <li>• erstellen eine Krankenakte, eKrankenakte und ePatientenakte</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	elektronische Prüfung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	elektronische Prüfung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>u.a.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simon, Michael (2017). Das Gesundheitssystem in Deutschland - Eine Einführung in Struktur und Funktionsweise. ISBN 978-3-456-85743-5. DOI <a href="http://doi.org/10.1024/85743-000">http://doi.org/10.1024/85743-000</a></li> <li>• Aktuelle Nachrichten aus "Deutsches Ärzteblatt"</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47681	<b>Exergames</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Exergames (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Benedikt Morschheuser Prof. Dr. Daniel Roth	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Benedikt Morschheuser Prof. Dr. Daniel Roth
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Sample topics of the theoretical discussions may include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cyber Rehabilitation</li> <li>• Gamification</li> <li>• Game Design</li> </ul> <p>Exemplary project themes could be:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Location-based exergames that combine AR technologies with, sports and POIs in real world</li> <li>• Designing exergames for patients with Mild Cognitive Impairment</li> <li>• Designing gamified nature-based therapy approaches</li> <li>• VR supported rehabilitation procedures for patients with motor impairments</li> </ul> <p>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.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>By participating in the module, students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can explain the application of Serious Games and Exergames in the context of health.</li> <li>• are able to understand the technical and theoretical foundations of interdisciplinary interfaces between games and health.</li> <li>• are able to apply this basic knowledge to conceptualize methodical solutions and empirical studies with basic tools.</li> <li>• are able to interpret empirical findings from the literature in this field.</li> <li>• they are able to apply game technologies for use cases in health, create applications, and collect empirical data based on learned methods.</li> <li>• can implement software development projects in practice-oriented contexts.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>can apply fundamental project management principles, organize themselves in groups, work toward specific goals and consider relevant stakeholder needs.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Basics in medicine, computer graphics or human-computer interaction, knowledge of neuroscience may be helpful.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 2013 M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Gilbert, S. (2016). Designing Gamified Systems: Meaningful Play in Interactive Entertainment, Marketing and Education. Focal Press, USA.</p> <p>Radoff, J. (2011). Game On: Energize Your Business with Social Media Games. Wiley, USA.</p> <p>Morschheuser, B., Hassan, L., Werder, K., Hamari, J. (2018). How to design gamification? A method for engineering gamified software. Information &amp; Software Technology, 95. pp. 219-237.</p> <p>Salen, K. (2004). Rules of play: game design fundamentals. MIT Press, Cambridge, USA.</p> <p>Schell, J. (2008). The Art of Game Design: A Book of Lenses. Morgan Kaufmann Publishers, Burlington, USA.</p> <p>McGonigal, J. (2011). Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world. The Penguin Press, New York, USA.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 866129	<b>Forensische Informatik</b> (Forensic computing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Forensische Informatik - Übung (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Forensische Informatik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Ralph Palutke Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Forensische Informatik befasst sich mit der Sammlung, Aufbereitung und Analyse digitaler Beweismittel zur Verwendung vor Gericht. Ausgangspunkt ist jeweils der Verdacht auf einen Computereintrich oder eine Straftat, die mit Hilfe von digitalen Geräten vorgenommen worden ist.</p> <p>Diese Vorlesung gibt einen Überblick über die Methoden der forensischen Informatik aus einer wissenschaftlichen Perspektive. Der Schwerpunkt liegt auf der Analyse von Dateisystemen. Ziel der Vorlesung ist nicht die Ausbildung von Forensik-Praktikern, sondern die Vermittlung von Kenntnissen, die es einem erlauben, Forschung im Bereich Computerforensik zu betreiben.</p> <p>Voraussichtliche Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition forensische Informatik</li> <li>• Der forensische Prozess und seine wissenschaftliche Fundierung</li> <li>• Rechtliche Rahmenbedingungen</li> <li>• Sichern von Festplatten</li> <li>• Analyse verschiedener Dateisysteme (FAT32, NTFS, Ext2/Ext3)</li> <li>• Tools</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können Termini und Methoden der digitalen Forensik in die Entwicklung der forensischen Wissenschaften einordnen.</p> <p>Die Studierenden können die wesentlichen Datenstrukturen verschiedener Dateisysteme erklären. Sie können die für forensische Zwecke wesentlichen Datenstrukturen lokalisieren und geeignete Werkzeuge zu ihrer Analyse auswählen und anwenden.</p> <p>Die Studierenden können digitale Spuren konkreter Fallkonstellationen durch Anwendung von Werkzeugen rekonstruieren, analysieren, interpretieren und dokumentieren. Sie lernen ihre Untersuchungsergebnisse zu präsentieren und gegenüber kritischen Nachfragen zu verteidigen.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43395	<b>Globale Beleuchtungsberechnung</b> (Global illumination)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Global Illumination (2 SWS) Übung: Tutorials to Global Illumination (0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Marc Stamminger Laura Fink	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Marc Stamminger	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Globale Beleuchtungsberechnung ist ein Kerngebiet der Computergrafik. Ziel ist die Simulation globaler Beleuchtungseffekte wie Schatten, Spiegelungen, indirektes Licht, Kaustiken etc. In der Vorlesung wird in die theoretischen Grundlagen der globalen Beleuchtungsrechnung eingeführt und es werden Raytracing-basierte Lösungsverfahren erläutert. Themen der Vorlesung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rekonstruktion und Sampling</li> <li>• BRDFs</li> <li>• Importance Sampling</li> <li>• Umgebungsbeleuchtung</li> <li>• Rendering Gleichung</li> <li>• Path Tracing</li> <li>• Irradiance Caching</li> <li>• Photon Mapping</li> <li>• ...</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Verstehen</p> <p>Lernende haben ein Verständnis von Verfahren der globalen Beleuchtungsrechnung, unter anderem Monte-Carlo-Ray-Tracing, bidirectional Path-Tracing, Photon Mapping, Light Cuts, können diese in eigenen Worten wiedergeben und Beispiele anführen.</p> <p>Lernende können Importance Sampling für verschiedene Teilaspekte der globalen Beleuchtungsrechnung illustrieren und vergleichen und den Zusammenhang mit Multiple Importance Sampling erklären.</p> <p>Anwenden</p> <p>Lernende können verschiedene Samplingverfahren erklären für verschiedene hochdimensionale Integrationsprobleme der globalen Beleuchtungsrechnung anwenden.</p> <p>Analysieren</p> <p>Lernende können Zusammenhänge und Unterschiede von Verfahren zur globalen Beleuchtungsrechnung erkennen und Folgerungen ableiten.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die Übungen setzen Kenntnisse in C/C++ voraus.	



8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Pharr et al.: Physically Based Rendering

1	<b>Modulbezeichnung</b> 645618	<b>Human Computer Interaction</b> (Human computer interaction)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Human Computer Interaction Exercises (1 SWS) Vorlesung: Human Computer Interaction (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Madeleine Flaucher Prof. Dr. Björn Eskofier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier Madeleine Flaucher Wolfgang Mehringer Anastasiya Zakreuskaya
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Die folgenden Themen werden im Modul behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion, historische Entwicklung</li> <li>• Entwurfsprinzipien und Modelle für moderne Benutzungsschnittstellen und interaktive Systeme</li> <li>• Informationsverarbeitung des Menschen, Wahrnehmung, Motorik, Eigenschaften und Fähigkeiten des Benutzers</li> <li>• Interaktionskonzepte und -stile, Metaphern, Normen, Regeln und Style Guides</li> <li>• Ein- und Ausgabegeräte, Entwurfsraum für interaktive Systeme</li> <li>• Analyse-, Entwurfs- und Entwicklungsmethoden und -werkzeuge für Benutzungsschnittstellen</li> <li>• Prototypische Realisierung und Implementierung von interaktiven Systemen, Werkzeuge</li> <li>• Architekturen für interaktive Systeme, User Interface Toolkits und Komponenten</li> <li>• Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung</li> </ul> <p>Contents:</p> <p>The module aims to teach basic knowledge of concepts, principles, models, methods and techniques for developing highly user-friendly Human-Computer Interfaces. Beyond traditional computer systems, modern user interfaces are also discussed in the context of automobile and intelligent environments, mobile devices and embedded systems.</p>

		<p>This module addresses the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the basics of Human-Computer Interaction</li> <li>• Design principles and models for modern user interfaces and interactive systems</li> <li>• Information processing of humans, perception, motor skills, properties and skills of the users</li> <li>• Interaction concepts, metaphors, standards, norms and style guides</li> <li>• In- and output devices, design space for interactive systems</li> <li>• Analysis-, design- and development of methodologies and tools for easy-to-use user interfaces</li> <li>• Prototypic implementation of interactive systems</li> <li>• Architectures for interactive systems, User Interface Toolkits and components</li> <li>• Acceptance, evaluation methods and quality assurance</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende entwickeln ein Verständnis für Modelle, Methoden und Konzepte der Mensch-Computer-Interaktion.</li> <li>• Sie lernen verschiedene Ansätze für den Entwurf, die Entwicklung und Bewertung von Benutzungsschnittstellen kennen und verstehen deren Vor- und Nachteile.</li> <li>• Die Teilnahme an der Veranstaltung versetzt Studierende in die Lage, einen Entwicklungsprozess in der Mensch-Computer-Interaktion zu verstehen und umzusetzen.</li> <li>• Sie werden weiterhin in die Lage versetzt, dies vor dem Hintergrund der Informationsverarbeitungsfähigkeit, Wahrnehmung und Motorik des Benutzers zu gestalten.</li> <li>• Passende Methoden der Evaluation sowie Akzeptanz- und Qualitätssicherung werden erlernt.</li> </ul> <p>Learning Objectives and Competences:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students develop an understanding of models, methods and concepts in the field of Human-Computer Interaction.</li> <li>• They learn different approaches for designing, developing and evaluating User Interfaces and their advantages and disadvantages.</li> <li>• Joining the course enables students to understand and execute a development process in Human-Computer Interaction.</li> <li>• Students will be able to do a UI evaluation by learning the basics of information processing, perception and motoric skills of the user.</li> <li>• Appropriate evaluation methods, as well as acceptance and quality assurance aspects, will be learned.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 658644	<b>Human Factors in Security and Privacy</b> (Human factors in security and privacy)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Human Factors in Security and Privacy - Übung (2 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Human Factors in Security and Privacy (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Christian Eichenmüller Dr. Zinaida Benenson	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Zinaida Benenson
5	<b>Inhalt</b>	<p>This course provides insight into the ways in which people interact with IT security. Special attention will be paid to complex environments such as companies, governmental organizations or hospitals. A number of guest talks from practitioners and researchers highlight some of the issues in greater depth.</p> <p>The course covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminology of security and privacy, technical and non-technical protection measures</li> <li>• Development and testing of usable security mechanisms (encryption and authentication tools, security policies, security warnings)</li> <li>• Risk perception and decision making in security and privacy context (usage of security software, reaction to security warnings, divulging information in social media)</li> <li>• Economics approach to security and privacy decision making (traditional and behavioral economics)</li> <li>• Trade-offs between the national security and surveillance (psychology behind the EU data retention directive and NSA programs)</li> <li>• Psychological principles of cyber fraud (scams, phishing, social engineering)</li> <li>• Security awareness and user education</li> <li>• Interplay of safety and security in complex systems</li> <li>• Research methods in human factors (qualitative vs. quantitative research, usability testing, experimental design, survey design, interviews)</li> </ul> <p>The exercises aim at deepening the understanding of the topics and are highly relevant for examinations. We plan to conduct approximately 5-6 exercises per semester; the rest of the exercises is reserved for the guest talks. A typical exercise consist of two parts:</p> <p>(1) For each topic, the students receive a homework assignment consisting of practical exercises.</p> <p>(2) For each topic, the students receive 1-3 papers to read for the next exercise. The papers will be discussed in the class with the teaching assistant.</p>

6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students develop a mindset that naturally takes into account typical psychological and physical characteristics of the users when developing or evaluating security- and privacy-enhancing technologies or policies. Students can:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• define terms "security and "privacy</li> <li>• identify main research questions in the area of human factors in security and privacy</li> <li>• demonstrate specific difficulties in developing and testing of usable security mechanisms</li> <li>• explain main psychological principles behind the cyber fraud</li> <li>• illustrate specific difficulties in awareness campaigns and user training in the realms of security and privacy</li> <li>• illustrate the influence of the psychological risk perception principles (especially under- and overestimation of risk) on security and privacy decision making</li> <li>• compare different approaches to the development of usable security features</li> <li>• apply elements of the mental models approach and of user-centered design to development and evaluation of security- and privacy-enhancing techniques</li> <li>• scan research papers and other materials for important points that clarify and deepen course contents</li> <li>• structure the relation between usability and security</li> <li>• contrast the approaches of traditional and behavioral economics to the explanation of security- and privacy-related behavior</li> <li>• argue advantages and disadvantages of mass surveillance and other kinds of mass data collection for security and privacy of citizens</li> <li>• critically appraise design and results of published user studies</li> <li>• critically appraise technological solutions or policies for likely "human factors weaknesses in design and usage</li> <li>• develop well-founded personal opinions on the course topics and defend them in the class discussions</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>LANGUAGE: This module will be held in German. Slides and all other written materials are in English. Assignments and exams are in English and can be answered in English or German.</p> <p>REQUIRED SKILLS: basic knowledge in the area of IT security and privacy, such as security goals (CIA), basic protection mechanisms (symmetric and asymmetric cryptography principles), cryptographic hash functions, digital certificates, PKI, basics of SSL/TLS. This knowledge can be acquired through the attendance of the module "Applied IT Security or similar modules.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	We use classical and current research papers on usable security and privacy that will be introduced during the module.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 42135	<b>Image Processing in Optical Nanoscopy</b> (Image processing in optical nanoscopy)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Image Processing in Optical Nanoscopy (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Harald Köstler	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Harald Köstler
5	<b>Inhalt</b>	The module includes two interlinked topics. First, an introduction to the techniques of optical imaging (e.g. for biological specimen) with a special focus on recently evolving super-resolution techniques beyond the diffraction barrier. Second, the students will be given an overview of existing numerical techniques in imaging processing especially for image deblurring. The focus lies on algorithms based on sparse coding and deep learning methods. Additionally one makes use of information about the imaging system. The algorithms are applied to optical imaging and implemented in Matlab or Python.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students are able to implement image processing algorithms in Matlab.</li> <li>• They can differentiate between different methods of high-resolution microscopy.</li> <li>• They can validate image processing algorithms on real data.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Wiederholung der Prüfungen</b>	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
15	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
16	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
17	<b>Literaturhinweise</b>	The relevant scientific literature are current publications that are provided during the course.



1	<b>Modulbezeichnung</b> 392229	<b>Knowledge discovery in databases</b> (Knowledge discovery in databases)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Knowledge Discovery in Databases (2 SWS)	-
3	Lehrende	Dominik Probst Melanie Sigl	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Why data mining?</li> <li>• What is data mining?</li> <li>• A multi-dimensional view of data mining</li> <li>• What kinds of data can be mined?</li> <li>• What kinds of patterns can be mined?</li> <li>• What technologies are used?</li> <li>• What kinds of applications are targeted?</li> <li>• Major issues in data mining</li> <li>• A brief history of data mining</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen den typischen KDD-Prozess;</li> <li>• kennen Verfahren zur Vorbereitung von Daten für das Data Mining;</li> <li>• definieren Distanz- oder Ähnlichkeits-Funktionen auf einem speziellen Datenbestand;</li> <li>• überprüfen Attribute eines Datensatzes auf ihre Bedeutung für die Analyse hin und transformieren ggf. Attributwerte geeignet;</li> <li>• wissen, wie ein typisches Data Warehouse aufgebaut ist;</li> <li>• kennen die Definition von Distanz- bzw. Ähnlichkeitsfunktionen für die verschiedenen Typen von Attributen;</li> <li>• sind vertraut mit dem Prinzip des Apriori-Algorithmus zur Bestimmung von Mengen häufiger Elemente (frequent itemsets);</li> <li>• kennen den FP-Growth-Algorithmus zum schnellen Auffinden von Mengen häufiger Elemente;</li> <li>• geben die Definitionen von Support und Confidence für Assoziationsregeln wieder;</li> <li>• beschreiben die Ermittlung von Assoziationsregeln auf der Basis von Mengen häufiger Elemente;</li> <li>• sind in der Lage, die Vorgehensweise bei Klassifikationsaufgaben darzustellen;</li> <li>• legen dar, wie ein Entscheidungsbaum auf einem Trainingsdatensatz erzeugt wird;</li> <li>• stellen das Prinzip der Bayes'schen Klassifikation dar;</li> <li>• zählen verschiedene Clustering-Verfahren auf;</li> <li>• beschreiben den Ablauf von k-Means-Clustering;</li> <li>• kennen die verschiedenen Arten von Ausreißern.</li> </ul> <p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the typical KDD process;</li> <li>• know procedures for the preparation of data for data mining;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• know the definition of distance or similarity functions for the different kinds of attributes;</li> <li>• define distance and similarity functions for a particular dataset;</li> <li>• check attributes of a dataset for their meaning with reference to an analysis and transform attribute values accordingly, if required.</li> <li>• know how a typical data warehouse is structured;</li> <li>• are familiar with the principle of the Apriori algorithm for the identification of frequent itemsets;</li> <li>• know the FP-growth algorithm for a faster identification of frequent itemsets:</li> <li>• present the definitions of support and confidence for association rules;</li> <li>• describe the construction of association rules based on frequent itemsets;</li> <li>• are capable of describing the course of action in classification tasks;</li> <li>• present the construction of a decision tree based on a training dataset;</li> <li>• present the principle of Bayes' classification;</li> <li>• enumerate different clustering procedures;</li> <li>• describe the steps of k-means clustering;</li> <li>• know the different kinds of outliers.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>The lecture is based on the following book:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ A. Géron, Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow : concepts, tools, and techniques to build intelligent systems, 2nd ed. O'Reilly Media, 2017, ISBN: 978-1491962299</li> </ul> </li> </ul>

- H. Du, Data Mining Techniques and Applications: An Introduction. Cengage Learning EMEA, May 2010, p. 336, ISBN: 978-1844808915
- I. H. Witten, E. Frank, M. A. Hall, et al., Data Mining, Fourth Edition: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 4th. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2016, ISBN: 0128042915

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47663	<b>Magnetic Resonance Imaging sequence programming</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Moritz Zaiß	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In this module in a two-week block course format, the basics of MR sequence programming are taught. Basic sequences such as FID, spin echo, and gradient echo are programmed in Python by the students themselves in this exercise. In addition, the basic image reconstruction based on the simulated and recorded data is written and carried out in Python, including radial imaging and iterative reconstruction.</p> <p>The sequences are created in a format that can be interpreted directly by MR scanners (<a href="https://pulseseq.github.io">https://pulseseq.github.io</a>). Part of the exercise will therefore be to use the created sequences on a real MRT machine in the Center for Medical Physics and Technology Generate signals from objects and test persons and reconstruct them into MRI images.</p> <p>Basic knowledge of Python is helpful, but can also be acquired in the exercise.</p> <p>The prerequisite for the exercise is knowledge of the Magnetic Resonance Imaging 1 [MRI1] lecture by Prof. Dr. Laun.</p> <p>For participation in the seminar, including an exercise with written report and demonstration in the following week, a total of 5 ECTS points with grade are given.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students can create sequences in a format that can be interpreted directly by MR scanners (<a href="https://pulseseq.github.io">https://pulseseq.github.io</a>).</p> <p>In the exercise, they will use the created sequences on a real MRT machine in the Center for Medical Physics and Technology, generate signals from objects and test persons and reconstruct them into MRI images.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Voraussetzung für die Übung sind Kenntnisse entsprechend der Vorlesung Magnetic Resonance Imaging 1 [MRI1] von Prof. Dr. Laun.</p> <p>Auskunft: <a href="mailto:moritz.zaiss@uk-erlangen.de">moritz.zaiss@uk-erlangen.de</a></p>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182  M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p>	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel For participation in the seminar, including an exercise with written report and demonstration in the following week, a total of 5 ECTS points with grade are given.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<a href="https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_2819947">https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_2819947</a>  <a href="https://pulseq.github.io">https://pulseq.github.io</a>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 506443	<b>Mathematische Bildverarbeitung</b> (Mathematical image processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Michael Fried	
5	<b>Inhalt</b>	Die Studierenden erklären mathematische Verfahren zum Deblurring mit partiellen Differentialgleichungen und Bildsegmentierung mit der Levelsetmethode und wenden die entsprechenden Algorithmen an.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	empfohlen: Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	1., 2. oder 3. Semester	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 37,5 h Eigenstudium: 112,5 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bekanntgabe in der Vorlesung</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47650	<b>Medizintechnische Anwendungen der Photonik</b> (Photonics for medical applications)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Medizintechnische Anwendungen der Photonik (2 SWS) Übung: Medizintechnische Anwendungen der Photonik Übung (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß Dr.-Ing. Christian Carlowitz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul behandelt spezialisiert medizintechnische Anwendungen der Photonik.</p> <p>Zunächst wird die Lichtausbreitung in biologischem Gewebe beschrieben und diskutiert. Ein weiterer Abschnitt behandelt die Wechselwirkung zwischen Licht und Gewebe, wobei die einzelnen Wechselwirkungsmechanismen auch an Beispielen der medizintechnischen Praxis vertieft werden. Hier sind stellvertretend zu nennen: Photodynamische Therapie, Photokoagulation, Laser-in-situ-Keratomeileusis (LASIK). Ein weiterer Themenschwerpunkt ist die Diskussion entsprechender diagnostische Verfahren. Hier wird beispielsweise aus spektroskopische Verfahren und auf Diagnoseverfahren die auf Fluoreszenz basieren detailliert eingegangen. Entsprechende Konzepte von Diagnosegeräten wie Endoskope, konfokale Mikroskope, Optische Kohärenztomographie (OCT), faserbasierte Sensoren und Biochipsensoren werden in einem weiteren Abschnitt vertieft. Ein aktueller Forschungsbezug wird im letzten Kapitel, das photonische Systeme in der Ophthalmologie behandelt, hergestellt.</p> <p>Die Lehrveranstaltung des Moduls teilt sich auf in einen Vorlesungsteil sowie einen Übungsteil, in dem die Studierenden durch eigene Beiträge (angeleitete Literaturrecherche, Kurzvorträge und Praxisprojekte) die Inhalte der Vorlesung vertiefen.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen spezialisiertes und vertieftes Wissen der medizintechnische Anwendungen der Photonik, insbesondere der im Inhalt genannten Themengebiete.</li> <li>• können technische und wissenschaftliche Anwendungen der Photonik diskutieren, beurteilen und vergleichen.</li> <li>• sind in der Lage, ihre theoretischen Kenntnisse zur Photonik und Lasertechnik im Bereich der Medizintechnik vergleichend einzusetzen und so neue Verfahren und Konzepte zu entwickeln und auszuarbeiten.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• können eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher und technischer Probleme der Medizintechnik mit photonischen Systemen entwickeln.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>*Voraussetzungen:*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Für Studenten im Master-Studium.</li> <li>• "Photonik 1", oder anderweitig erworbene fundierte Kenntnisse im Bereich Optik, Photonik und Lasertechnik.</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• [1]Prahl, S.A.:Light Transport in Tissue, Dissertation, December 1988</li> <li>• [2]Niemz, M.:Laser-Tissue Interaction, Springer, 2007</li> <li>• [3]Cox, B.T.:Introduction in Laser Tissue Interaction, 2007</li> <li>• [4]Welch, A. (Hrsg):Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue, Springer, 2011</li> <li>• [5]Prasad, P.N.:Introduction to Biophotonics, Wiley, 2003</li> <li>• [6]Tuchin, V.:Handbook of Photonics for Biomedical Science, CRC Press,Wiley, 2010</li> <li>• [7]Dithmar, S. et.al.Flourezenzangiographie in der Augenheilkunde, Springer, 2008</li> <li>• [8]Fercher, A.:Optical coherence tomography - principles and applications, Rep. Prog. Phys. 66 , pp.: 239, 2003</li> <li>• [9]Schröder, G.:Technische Optik, Vogel Buchverlag, 9. Auflage, 2002</li> <li>• [10]Lang, G.:Augenheilkunde, Thieme Verlag, 3. Auflage, 2004</li> <li>• [11]Grehn, F.:Augenheilkunde, Springer Verlag, 3. Auflage, 2007</li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 454183	<b>Molecular Communications</b> (Molecular communications)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Molecular Communications (0 SWS) Vorlesung: Molecular Communications (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Lotter Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Conventional communication systems employ electromagnetic waves for information transmission. This approach is suitable for typical macroscopic applications such as mobile communication. However, newly emerging applications in biology, nanotechnology, and medicine require communication between so-called nano-machines (e.g. nano-robots and nano-sensors) with sizes on the order of nano- and micro-meter. For such device sizes electromagnetic waves cannot be used for efficient information transmission. Instead Molecular Communication, an approach that is also widely used in natural biological systems, has to be applied. In Molecular Communication, transmitter and receiver communicate by exchanging information-carrying molecules. The design of molecular communication systems requires a basic understanding of relevant biological processes and systems as well as their communication-theoretical modelling and analysis. The course is structured as follows: 1) Introduction to Molecular Communication; 2) Biological Nano-Machines; 3) Molecular Communication in Biological Systems; 4) Synthetic Molecular Communication Systems; 5) Mathematical Modelling and Simulation; 6) Communication and Information Theory for Molecular Communication; 7) Design of Molecular Communication Systems; 8) Applications for Molecular Communication Systems.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students learn how to design synthetic molecular communication systems. They develop an understanding of natural communication processes in biological systems and how to harness these natural processes for the construction of man-made molecular communication systems. The students also learn how to analyse, model, and simulate molecular communication systems.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 172338	<b>Security in Embedded Hardware</b> (Security in embedded hardware)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Security in Embedded Hardware (2 SWS) Vorlesung: Security in Embedded Hardware (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	<b>Inhalt</b>	<p>Der Schutz eingebetteter Systeme gegenüber Angriffe Dritter auf gespeicherte Daten und Implementierungen, stellt eine immer wichtigere, jedoch auch durch zunehmende Vernetzung herausfordernde Aufgabe dar. Der Schutz der eingebetteten Systeme gegenüber bekannten als auch neueren ausgeklügelten Angriffsmöglichkeiten ist Gegenstand dieser Vorlesung. Es wird gezeigt, welche Angriffe existieren, welche Gegenmaßnahmen man ergreifen kann und wie man sichere eingebettete Systeme entwirft.</p> <p>Einleitung und Motivation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was ist Security?</li> <li>• Die Bedeutung von Security für zuverlässige Systeme</li> <li>• Klassifikation von Angriffen</li> <li>• Entwurf eingebetteter Systeme</li> </ul> <p>Angriffsszenarien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele von Angriffsszenarien</li> <li>• Kryptographischer Algorithmen als Ziel von Angriffen</li> </ul> <p>Angriffe durch Einschleusen von Code (Code Injection Attacks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Arten von Code Injection-Angriffe gibt es?</li> <li>• Gegenmaßnahmen</li> </ul> <p>Invasive physikalische Angriffe (Invasive Physical Attacks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microprobing</li> <li>• Reverse Engineering</li> <li>• Differential Fault Analysis</li> <li>• Gegenmaßnahmen</li> </ul> <p>Nichtinvasive softwarebasierte Angriffe (Non-Invasive Logical Attacks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlangen von nicht autorisiertem Zugriff</li> <li>• Gegenmaßnahmen</li> </ul> <p>Nichtinvasive physikalische Angriffe (Non-Invasive Physical Attacks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhören</li> <li>• Seitenkanalangriffe</li> <li>• Gegenmaßnahmen</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz - Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden legen die entsprechenden Gegenmaßnahmen dar</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden nennen verschiedene Sicherheitseinrichtungen und -maßnahmen in eingebetteten Systemen</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden zeigen den Einfluss von Angriffen und deren Gegenmaßnahmen auf die Verlässlichkeit eines eingebetteten Systems auf</li> <li>Die Studierenden zeigen den zusätzlichen Aufwand (Fläche, Rechenzeit) von Sicherheitseinrichtungen auf</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden klassifizieren verschiedene Angriffstypen auf eingebettete Systeme</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erarbeiten kooperativ in Gruppen Lösungskonzepte und implementieren diese gemeinsam</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Catherine H. Gebotys Security in Embedded Devices. Springer 2010.</li> <li>Benoit Badrignans et al. Security Trends for FPGAs. Springer 2011.</li> <li>Daniel Ziener Techniques for Increasing Security and Reliability of IP Cores Embedded in FPGA and ASIC Designs. Dr. Hut 2010.</li> </ul> <p>Weitere Informationen:</p>

[https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/  
security-in-embedded-hardware](https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/security-in-embedded-hardware)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93105	<b>Sichere Systeme</b> (Secure Systems)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Sichere Systeme Übung (2 SWS) Vorlesung: Sichere Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Ralph Palutke Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling Ralph Palutke	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung gibt einen einführenden Überblick über Konzepte und Methoden der IT-Sicherheit. Themen (unter anderem):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angreifer und Schutzziele</li> <li>• Cyberkriminalität und Strafbarkeit</li> <li>• Ethik und Privatsphäre</li> <li>• grundlegende Muster von Unsicherheit in technischen Systemen</li> <li>• grundlegende Sicherheitsmechanismen</li> <li>• Techniken der Sicherheitsanalyse</li> <li>• ausgewählte Beispiele aus dem Bereich der Kryptographie und Internetsicherheit (Web-Security)</li> </ul> <p>In der Übung werden die Themen der Veranstaltung beispielhaft eingeübt. Themen (unter anderem):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kryptanalyse und Angreifbarkeit kryptographischer Protokolle</li> <li>• Schutzziele und Strafbarkeit</li> <li>• Zertifikate und Public-Key-Infrastrukturen</li> <li>• Web-Security</li> <li>• anonyme Kommunikation</li> <li>• formale Sicherheitsanalyse</li> <li>• Sicherheitstesten</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Teilnehmenden erwerben einen Überblick über Konzepte und Methoden aus dem Bereich der IT-Sicherheit und können diese im Kontext der Informatik und der Lebenswirklichkeit anhand von Beispielen einordnen und erläutern. Die Studierenden können die Schwächen in Internetprotokollen erkennen und benennen. Sie können außerdem erläutern, wie man diese Schwachstellen ausnutzt und welche technischen und organisatorischen Maßnahmen geeignet sind, diese Schwachstellen zu vermeiden. Die Studierenden lernen, die Wirksamkeit von IT-Sicherheitsmechanismen im gesellschaftlichen Kontext und in Kenntnis professioneller Strukturen der Cyberkriminalität aus technischen, ethischen und rechtlichen Perspektiven zu bewerten.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dieter Gollmann: Computer Security. 3. Auflage, Wiley, 2010.</li> <li>• Joachim Biskup: Security in Computing Systems. Springer, 2008.</li> </ul> <p>Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44455	<b>Speech and Language Processing</b> (Speech and Language Processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Speech and Language Understanding (2 SWS) Übung: Speech and Language Understanding Exercises (0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Seung Hee Yang Abner Hernandez	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Prof. Seung Hee Yang
5	<b>Inhalt</b>	<p>Nach Behandlung der grundlegenden Mechanismen menschlicher Spracherzeugung und Sprachwahrnehmung</p> <p>gibt die Vorlesung eine detaillierte Einführung in (vornehmlich) statistisch orientierte Methoden der</p> <p>maschinellen Erkennung gesprochener Sprache.</p> <p>Schwerpunkthemen sind Merkmalgewinnung, Vektorquantisierung,</p> <p>akustische Sprachmodellierung mit Hilfe von Markovmodellen, linguistische Sprachmodellierung mit Hilfe</p> <p>stochastischer Grammatiken, prosodische Information</p> <p>sowie Suchalgorithmen zur Beschleunigung des Dekodiervorgangs.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Grundlagen der menschlichen Sprachproduktion und die akustischen Eigenschaften unterschiedlicher Phonemklassen</li> <li>• erklären den allgemeinen Aufbau eines Mustererkennungssystems</li> <li>• verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung in Bezug auf Sprachsignale</li> <li>• verstehen die Fourier-Transformation und mathematische Modelle der Sprachproduktion</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen harte und weiche Vektorquantisierungsmethoden</li> <li>• verstehen unüberwachtes Lernen (EM-Algorithmus)</li> <li>• verstehen Hidden Markov-Modelle (HMMs)</li> <li>• erklären stochastische Sprachmodelle</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the principles of human speech production and acoustic properties of the different phoneme classes</li> <li>• explain the general pipeline of a pattern recognition system</li> <li>• understand sampling, the sampling theorem, and quantization w.r.t. speech signals</li> <li>• understand Fourier transformation and mathematical models of speech production</li> <li>• understand hard and soft vector quantization methods</li> <li>• understand unsupervised learning (EM-algorithm)</li> <li>• understand Hidden Markov Models (HMMs)</li> <li>• explain stochastic language models</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niemann H.: Klassifikation von Mustern; Springer, Berlin 1983</li> <li>• Niemann H.: Pattern Analysis and Understanding; Springer, Berlin 1990</li> <li>• Schukat-Talamazzini E.G.: Automatische Spracherkennung; Vieweg, Wiesbaden 1995</li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Rabiner L.R., Juang B.H.: Fundamentals of Speech Recognition; Prentice Hall, New Jersey 1993</li> </ul> </li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44500	<b>Swarm Intelligence</b> (Swarm Intelligence)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Swarm Intelligence (2 SWS) Vorlesung: Swarm Intelligence (SI), formerly Organic Computing (OC) (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Matthias Kergaßner Prof. Dr. Rolf Wanka	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Rolf Wanka	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Swarm Intelligence (SI) is the design and deployment of self-organizing systems that dynamically adapt to their respective environmental needs. These systems are characterized by the fact that they feature the so-called self-*-properties, i.e., they are self-configuring, self-optimizing, self-healing, self-protecting, self-explanatory, ...</p> <p>Structures and methods of biological and other natural systems are chosen as models for such technical systems. In this module, Particle Swarm Optimization, Ant Algorithms, Web Search, and Evolutionary Algorithms are introduced and, as far as possible, mathematically analyzed.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students learn advanced concepts of the current topic of swarm intelligence and how they can be successfully applied to solve continuous and discrete optimization problems and to data analysis. For this purpose, they know concrete details such as terms, definitions, facts, regularities and theories and learn how to apply the concepts to concrete problems, how to adjust the methods to the use case and how to analyze the computed solutions.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ch. Müller-Schloer, Ch. von der Malsburg, R. P. Würt. Organic Computing. Informatik-Spektrum, Band 27, Nummer 4, S. 332-336.</li> <li>• I. C. Trelea. The particle swarm optimization algorithm: convergence analysis and parameter selection. Information Processing Letters 85 (2003) 317-325.</li> <li>• J. M. Kleinberg. Authoritative sources in a hyperlinked environment. Journal of the ACM 46 (1999) 604-632.</li> <li>• M. Dorigo. V. Maniezzo. A Colorni. Ant system: an autocatalytic optimizing process. Technical Report 91-016, Politecnico di Milano, 1991.</li> <li>• A. Badr. A. Fahmy. A proof of convergence for Ant algorithms. Information Sciences 160 (2004) 267-279.</li> <li>• 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</li> </ul>
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 649073	<b>Verteilte Systeme (Vorlesung mit Übungen)</b> (Lecture and tutorial: Distributed systems)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Rechnerübungen zu Verteilte Systeme (2 SWS) Übung: Übungen zu Verteilte Systeme (2 SWS) Vorlesung: Verteilte Systeme (2 SWS)	- 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Tobias Distler Laura Lawniczak	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.Ing. Tobias Distler
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>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 Rechengrenzen 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.</p> <p>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.</p>

		<p>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.</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben charakteristische Merkmale und Eigenschaften verteilter Systeme sowie grundlegende Probleme im Zusammenhang mit ihrer Realisierung.</li> <li>• untersuchen die Unterschiede zwischen lokalen Methodenaufrufen und Fernmethodenaufrufen.</li> <li>• vergleichen Ansätze zur Konvertierung von Nachrichten zwischen verschiedenen Datenrepräsentationen.</li> <li>• konzipieren eine eigene auf Java RMI basierende Anwendung.</li> <li>• entwickeln ein eigenes Fernaufrufsystem nach dem Vorbild von Java RMI.</li> <li>• gestalten ein Modul zur Unterstützung verschiedener Fernaufrufsemantiken (Maybe, Last-of-Many) für das eigene Fernaufrufsystem.</li> <li>• beurteilen auf Basis eigener Experimente mit Fehlerinjektionen die Auswirkungen von Störeinflüssen auf verschiedene Fernaufrufsemantiken.</li> <li>• klassifizieren Mechanismen zur Bereitstellung von Fehlertoleranz, insbesondere verschiedene Arten der Replikation (aktiv vs. passiv).</li> <li>• vergleichen verschiedene Konsistenzgarantien georeplizierter Systeme.</li> <li>• illustrieren das Problem einer fehlenden gemeinsamen Zeitbasis in verteilten Systemen.</li> <li>• erforschen logische Uhren als Mittel zur Reihenfolgebestimmung und Methoden zur Synchronisation physikalischer Uhren.</li> <li>• unterscheiden grundlegende Zustellungs- und Ordnungsgarantien beim Multicast von Nachrichten.</li> <li>• gestalten ein Protokoll für den zuverlässigen und totalgeordneten Versand von Nachrichten in einer Gruppe von Knoten.</li> <li>• entwickeln einen Dienst zur Verwaltung verteilter Sperrobjekte auf Basis von Lamport-Locks.</li> <li>• bewerten die Qualität einer Publikation aus der Fachliteratur.</li> <li>• erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Konsistenz) und Fehlerquellen bei der Programmierung verteilter Anwendungen.</li> <li>• können in Kleingruppen kooperativ arbeiten.</li> <li>• können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen.</li> <li>• reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Gute Programmierkenntnisse in Java
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio 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.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

# M2

## Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96500	<b>Analoge elektronische Systeme</b> (Analogue electronic systems)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Analoge elektronische Systeme (3 SWS) Übung: Übungen zu Analoge elektronische Systeme (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Torsten Reißland Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel Christof Pfannenmüller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldeffekttransistor</li> <li>• Verstärker, Leistungsverstärker</li> <li>• Nichtlinearität und Verzerrung</li> <li>• Filtertheorie</li> <li>• Realisierung von Filtern</li> <li>• Intrinsisches Rauschen (Konzepte)</li> <li>• Physikalische Rauschursachen</li> <li>• Rauschparameter</li> <li>• Mischer</li> <li>• Oszillatoren</li> <li>• Phasenregelschleifen (PLLs)</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlangen Kenntnisse um Rauscheffekte und Nichtlinearitäten in Anlogschaltungen zu erklären</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Ursachen verschiedener physikalischer Rauschprozesse und können diese klassifizieren</li> <li>• Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur Planung und Implementierung frequenzumsetzender Systeme mittels zugehöriger Frequenz- und Pegelpläne</li> <li>• Die Studierenden bewerten Hochfrequenzoszillatoren und stabilisierende PLL-Schaltungen</li> <li>• Die Studierenden untersuchen Messaufbauten zur Charakterisierung von Rauschen und Nichtlinearitäten</li> <li>• Die Studierenden analysieren den inneren Aufbau von Leistungsverstärkern auf Basis von Transistorschaltungen</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage komplexe Anlogschaltungen simulativ und analytisch zu untersuchen und deren Verhalten im Groß- und Kleinsignalbereich zu charakterisieren</li> <li>• Die Studierenden führen Filterentwürfe durch und bestimmen deren Amplituden- und Phasengang</li> <li>• Die Studierenden können bei auftretenden Problemen selbstständig mit Hilfe weitergehender Literatur oder durch Diskussion in der Gruppe Lösungen erarbeiten</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1



9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47677	<b>Data Science Survival Skills</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Data Science Survival Skills (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Kist	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Kist	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Data Scientists need a comprehensive toolbox for their work. This consists for example of data acquisition, data cleaning, data processing and data visualization. In this course, we highlight good practices and approaches, and provide intensive hands-on experience.</p> <p>In particular, this course covers:</p> <p>Data handling and storage</p> <p>Lossy and lossless data compression</p> <p>Data acquisition and API usage</p> <p>Data visualization in scientific figures and movies</p> <p>Data analysis platforms</p> <p>Multithreading and multiprocessing</p> <p>Code vectorization and just-in-time compilation</p> <p>Code profiling</p> <p>Prototyping Graphical User Interfaces</p> <p>Workflow optimization techniques</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students</p> <p>will be able to create own code for working with data</p> <p>can carry out research projects in data science</p> <p>can apply code optimization strategies</p> <p>can design own graphical user interfaces for convenient interaction with data</p> <p>can produce high-quality data visualization as needed for scientific publications</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	It is recommended to have prior knowledge of the programming language Python (e.g. through GSProg or SciProgPy) and first exposure to data.	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Edward Tufte: The Visual Display of Quantitative Information  Cole Nussbaum Knaflitz: Storytelling with data  Wes McKinney: Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython  Gabriele Lanaro: Python High Performance  Micha Gorelick, Ian Ozsvold: High Performance Python  Alan D Moore: Mastering GUI Programming with Python

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97360	<b>Digitale Regelung</b> (Digital control)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digitale Regelung - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Digitale Regelung (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Andreas Michalka	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Es werden Aufbau u. mathematische Beschreibung digitaler Regelkreise für LZI-Systeme sowie Verfahren zu deren Analyse und Synthese betrachtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• quasikontinuierliche Beschreibung und Regelung der Strecke unter Berücksichtigung der DA- bzw. AD-Umsetzer</li> <li>• zeitdiskrete Beschreibung der Regelstrecke als Zustandsdifferenzgleichung oder z-Übertragungsfunktion</li> <li>• Analyse von Abtastsystemen, Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit</li> <li>• Regelungssynthese: Steuerungsentwurf, Zustandsregelung und Beobachterentwurf, Störungen im Regelkreis, Berücksichtigung von Totzeiten, Intersampling-Verhalten".</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Aufbau und Bedeutung digitaler Regelkreise.</li> <li>• leiten mathematische Beschreibungen des Abtastsystems in Form von Zustandsdifferenzgleichungen oder z-Übertragungsfunktionen her.</li> <li>• analysieren Abtastsysteme und konzipieren digitale Regelungssysteme auf Basis quasikontinuierlicher sowie zeitdiskreter Vorgehensweisen.</li> <li>• entwerfen Steuerungen, Regelungen und Beobachter und bewerten die erzielten Ergebnisse.</li> <li>• diskutieren abtastregelungsspezifische Effekte und bewerten Ergebnisse im Vergleich mit dem kontinuierlichen Systemverhalten.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Es wird empfohlen folgende UnivIS-Module zu absolvieren, bevor dieses UnivIS-Modul belegt wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) oder Einführung in die Regelungstechnik (ERT)</li> <li>• Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B)</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93500	<b>Digitale Signalverarbeitung</b> (Digital signal processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Digitale Signalverarbeitung (1 SWS) Vorlesung: Digitale Signalverarbeitung (3 SWS) Tutorium: Tutorium zu Digitale Signalverarbeitung (1 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Heinrich Löllmann Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>The last section is dedicated to investigating effects of finite wordlength as they are unavoidable in any realization of digital signal processing systems.</p> <p>A corresponding lab course on DSP will be offered in the winter term.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme durch Ermittlung der beschreibenden Funktionen und Parameter</li> <li>• wenden grundlegende Verfahren zum Entwurf zeitdiskreter Systeme an und evaluieren deren Leistungsfähigkeit</li> <li>• verstehen die Unterschiede verschiedener Methoden zur Spektralanalyse und können damit vorgegebene Signale analysieren</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Beschreibungsmethoden von Multiraten-Systemen und wenden diese zur Beschreibung von Filterbänken an</li> <li>• kennen elementare Methoden zur Analyse von Effekten endlicher Wortlängen und wenden diese auf zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme an</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analyze discrete-time linear time-invariant systems by determining the describing function and parameters</li> <li>• apply fundamental approaches for the design of discrete-time systems and evaluate their performance</li> <li>• understand the differences between various methods for spectral analysis and apply them to the analysis of given signals</li> <li>• understand methods to represent multirate systems and apply them for the representation of filter banks</li> <li>• know basic methods for the analysis of finite word length effects and apply them to discrete-time linear time-invariant systems.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>*Empfohlene Literatur/ Recommended Reading:*</p> <p>*1.* J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.</p> <p>*2.* A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.</p> <p>*3.* K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92510	<b>Digitaltechnik</b> (Digital technology)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Digitaltechnik (2 SWS) Vorlesung: Digitaltechnik (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Sascha Breun Thomas Kurin Angelika Thalmayer Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul gibt eine automatenorientierte Einführung in den Entwurf digitaler Systeme. Mathematische Grundlagen kombinatorischer wie sequentieller digitaler Schaltsysteme werden behandelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen</li> <li>• Entwurf kombinatorischer Schaltungen</li> <li>• Analyse kombinatorischer Schaltungen</li> <li>• Funktionsbeschreibung sequentieller Schaltungen</li> <li>• Struktursynthese sequentieller Schaltungen</li> <li>• Analyse sequentieller Schaltungen</li> </ul> <p>Im Rahmen dieses Moduls werden folgende Themen zunehmend vertieft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von CMOS-Logik-Gattern</li> <li>• Schaltalgebra</li> <li>• Minimierung und Schaltungssynthese mit KVS-Diagrammen</li> <li>• Minimierung und Schaltungssynthese mit dem McCluskey-Verfahren</li> <li>• Zahlensysteme (Binärsystem, Oktalsystem, hexadezimalsystem)</li> <li>• Entwurf und Realisierung von Automaten</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage</p> <p>Das Prinzip der Komplementärsymmetrie und dessen Bedeutung für die Digitaltechnik zu erläutern sowie grundlegende Gatterschaltungen auf Transistorebene zu zeichnen, zu erläutern und zu analysieren.</p> <p>Schaltfunktionen mathematisch mit Hilfe von schaltalgebraischen Ausdrücken zu beschreiben, diese Ausdrücke aufzustellen, umzuformen und zu minimieren.</p> <p>Verfahren zum systematischen Entwurf von Schaltnetzen zu verstehen und anzuwenden. Dazu gehört das Erstellen einer formalen Spezifikation sowie die Minimierung der spezifizierten Funktion mit Hilfe von z.B. Karnaugh-Veitch-Symmetriediagrammen oder dem Quine-McCluskey Verfahren. Die Studierenden können diese Verfahren anwenden und hinsichtlich ihres Implementierungsaufwands evaluieren.</p>	



		<p>Die interne Darstellung von Zahlen in Digitalrechnern verstehen, verschiedene Darstellungsarten von vorzeichenbehafteten rationalen Zahlen bewertend zu vergleichen, Algorithmen für arithmetische Operationen innerhalb dieser Zahlendarstellungen zu erläutern und anzuwenden und typische Probleme dieser Darstellungsarten zu verstehen.</p> <p>Den Aufbau des Universalrechners nach von Neumann zu erläutern und dessen Komponenten zu verstehen.</p> <p>Anwendungsbereiche und Aufbau von Schaltwerken (Automaten) zu erläutern und den Prozess des Schaltwerksentwurfs von der Problemspezifikation, dem Zeichnen von Automatengraphen über die Minimierung der auftretenden Schaltfunktionen bis hin zur Realisierung des Schaltwerks mit Logikgattern selbständig durchzuführen.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 965073	<b>Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik</b> (Fundamentals of electrical drives)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (3 SWS)	1,5 ECTS
		Vorlesung: Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (2 SWS)	3,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (1 SWS)	-
3	Lehrende	Veronika Solovieva Philipp Sisterhenn Karsten Knörzer Shima Khoshzaman Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>*Einleitung; Grundlagen:* Leistung und Wirkungsgrad, Physikalische Grundgesetze, Induktivitäten</p> <p>*Gleichstromantriebe:* Gleichstrommotor, Konventionelle Drehzahlstellung</p> <p>*Drehstromantriebe:* Grundlagen und Drehfeld, Synchronmaschine, Asynchronmaschine, Konventionelle Drehzahlstellung</p> <p>*Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>Die Studierenden führen im Labor drei Versuche durch:</p> <p>V1 Gleichstromantrieb</p> <p>V2 Asynchronmaschine am Pulsumrichter</p> <p>V3 Asynchronmaschine - Stationäres Betriebsverhalten</p> <p>Vor dem jeweiligen Versuch bereiten die Teilnehmer sich anhand der Unterlagen des Moduls "Grundlagen der elektrischen Antriebstechnik" und spezieller Unterlagen zum Versuch vor. Nach dem Versuch ist eine Ausarbeitung anzufertigen.</p>	
		6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>

- können einen Überblick über die Elektrische Antriebstechnik geben
  - kennen die Einsatzgebiete und Verbreitung elektrischer Antriebe sowie deren wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung
  - kennen die am weitesten verbreiteten Typen elektrischer Maschinen
  - kennen und verstehen bei Gleichstrommaschinen
- Aufbau und Funktionsweise
  - fachspezifische Begriffe
  - Feldverläufe in der Maschine
  - Kommutierung
  - beschreibende Spannungs- und Drehmomentgleichungen
  - stationären Betrieb und Betriebskennlinien
  - Drehmoment- Drehzahlkennlinie
    - - kennen passive und aktive Halbleiterbauelemente - Diode - Thyristor - Bipolartransistor - IGBT - MOS-Transistor - GTO- Thyristor kennen und verstehen bei Gleichstromantrieben - Aufbau und Funktionsweise - Methoden zur Drehzahlstellung und Spannungsstellung - elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden - Gleichrichter - Tiefsetzsteller - Methode der Pulsweitenmodulation kennen und verstehen bei Drehstromantrieben - Aufbau und Funktionsweise - Methoden zur Drehzahlstellung und Spannungsstellung - elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden - 3-phasiger Gleichrichter - ungesteuert/gesteuert - 3-phasiger Wechselrichter - Aufbau und Funktionsweise - Pulsweitenmodulation - Sinus-Dreieck-Modulation - U/f-Betrieb wenden die theoretische Grundlagen an und berechnen einfache lineare und nichtlineare Magnetkreise berechnen induzierte Spannungen und Drehmomente bei elektrischen Maschinen ermitteln auf Basis gegebener Kennwerte Arbeitspunkte auf der Betriebskennlinie erklären die Funktionsweise des Tiefsetzstellers und des gesteuerten 3-phasigen Gleichrichters entwickeln und wenden Zeigerdiagramme zur Darstellung des stationären Betriebsverhaltens von Drehfeldmaschinen an \*Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik\* Die Grundkenntnisse aus Vorlesung und Übung "Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik" sollen gefestigt und erweitert werden. Der

		praktische Umgang mit elektrischen Antrieben und der zugehörigen Messtechnik soll erlernt werden.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>*Vorlesung Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>Die bestandene Prüfung im Fach "Grundlagen der Elektrotechnik I und II" ist ausdrücklich empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum "Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik". Siehe Hinweis auf den Anschlagbrettern des Lehrstuhls und auf der Homepage.</p> <p>*Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>*Zulassungsbeschränkung:* Teilnahme ist *auch ohne* bestandener bzw. abgelegter Prüfung im Fach "Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik" möglich.</p> <p>Grundlagen der Elektrotechnik I und II</p> <p>*Anmeldung über StudOn*</p> <p><a href="http://www.studon.uni-erlangen.de/crs687913.html">http://www.studon.uni-erlangen.de/crs687913.html</a></p> <p>*Ansprechpartner: Shima Khoshzaman, M.Sc.*</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95010	<b>Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik</b> (Foundations of drive engineering)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (3 SWS)	1,5 ECTS
		Vorlesung: Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (2 SWS)	3,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (1 SWS)	-
3	Lehrende	Veronika Solovieva Philipp Sisterhenn Karsten Knörzer Shima Khoshzaman Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>*Einleitung; Grundlagen:* Leistung und Wirkungsgrad, Physikalische Grundgesetze, Induktivitäten</p> <p>*Gleichstromantriebe:* Gleichstrommotor, Konventionelle Drehzahlstellung</p> <p>*Drehstromantriebe:* Grundlagen und Drehfeld, Synchronmaschine, Asynchronmaschine, Konventionelle Drehzahlstellung</p> <p>*Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>Die Studierenden führen im Labor drei Versuche durch:</p> <p>V1 Gleichstromantrieb</p> <p>V2 Asynchronmaschine am Pulsumrichter</p> <p>V3 Asynchronmaschine - Stationäres Betriebsverhalten</p> <p>Vor dem jeweiligen Versuch bereiten die Teilnehmer sich anhand der Unterlagen des Moduls "Grundlagen der elektrischen Antriebstechnik" und spezieller Unterlagen zum Versuch vor. Nach dem Versuch ist eine Ausarbeitung anzufertigen.</p>	
		6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>

- kennen die Einsatzgebiete und Verbreitung elektrischer Antriebe sowie deren wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung
- kennen die am weitesten verbreiteten Typen elektrischer Maschinen
- kennen und verstehen bei Gleichstrommaschinen

- Aufbau und Funktionsweise

- fachspezifische Begriffe

- Feldverläufe in der Maschine

- Kommutierung

- beschreibende Spannungs- und Drehmomentgleichungen

- stationären Betrieb und Betriebskennlinien

- Drehmoment- Drehzahlkennlinie

- - kennen passive und aktive Halbleiterbauelemente - Diode - Thyristor - Bipolartransistor - IGBT - MOS-Transistor - GTO- Thyristor kennen und verstehen bei Gleichstromantrieben - Aufbau und Funktionsweise - Methoden zur Drehzahlstellung und Spannungsstellung - elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden - Gleichrichter - Tiefsetzsteller - Methode der Pulsweitenmodulation kennen und verstehen bei Drehstromantrieben - Aufbau und Funktionsweise - Methoden zur Drehzahlstellung und Spannungsstellung - elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden - 3-phasiger Gleichrichter - ungesteuert/gesteuert - 3-phasiger Wechselrichter - Aufbau und Funktionsweise - Pulsweitenmodulation - Sinus-Dreieck-Modulation - U/f-Betrieb wenden die theoretische Grundlagen an und berechnen einfache lineare und nichtlineare Magnetkreise berechnen induzierte Spannungen und Drehmomente bei elektrischen Maschinen ermitteln auf Basis gegebener Kennwerte Arbeitspunkte auf der Betriebskennlinie erklären die Funktionsweise des Tiefsetzstellers und des gesteuerten 3-phasigen Gleichrichters entwickeln und wenden Zeigerdiagramme zur Darstellung des stationären Betriebsverhaltens von Drehfeldmaschinen an \*Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik\* Die Grundkenntnisse aus Vorlesung und Übung "Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik" sollen gefestigt und erweitert werden. Der praktische Umgang mit elektrischen Antrieben und der zugehörigen Messtechnik soll erlernt werden.

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>*Vorlesung Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>Die bestandene Prüfung im Fach "Grundlagen der Elektrotechnik I und II" ist ausdrücklich empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum "Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik". Siehe Hinweis auf den Anschlagbrettern des Lehrstuhls und auf der Homepage.</p> <p>*Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>*Zulassungsbeschränkung:* Teilnahme ist *auch ohne* bestandener bzw. abgelegter Prüfung im Fach "Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik" möglich.</p> <p>Grundlagen der Elektrotechnik I und II</p> <p>*Anmeldung über StudOn*</p> <p><a href="http://www.studon.uni-erlangen.de/crs687913.html">http://www.studon.uni-erlangen.de/crs687913.html</a></p> <p>*Ansprechpartner: Shima Khoshzaman, M.Sc.*</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 392436	<b>Grundlagen der Nachrichtenübertragung</b> (Fundamentals of communications)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Ergänzungen und Übungen zu Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik (1 SWS)  Vorlesung: Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik (3 SWS)	-  -
3	Lehrende	Andreas Feder Prof. Dr. Jörn Thielecke Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Grundbegriffe</li> <li>• Quellensignale und deren Modellierung</li> <li>• Übertragungskanäle und deren Modellierung</li> <li>• Analoge Modulationsverfahren</li> <li>• Pulscodemodulation</li> <li>• Grundbegriffe der Informationstheorie</li> <li>• Digitale Übertragung</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden beschreiben die Aufgaben nachrichtentechnischer Systeme. Sie beschreiben und modellieren Signale mathematisch mit Zufallsprozessen und können diese in den Frequenzbereich transformieren. Sie rechnen lineare Größen in logarithmische Darstellungen um (und zurück) und verwenden die Pegelgrößen sicher.</p> <p>Die Studierenden analysieren analoge Quellensignale, kennen und nutzen dabei die Kenngrößen und Annahmen bzgl. Bandbegrenzung, Spitzenwertbegrenzung usw. Sie unterscheiden analoge und digitale Quellensignale und beschreiben letztere ebenso anhand der üblichen Kenngrößen.</p> <p>Die Studierenden erläutern die Definition des Übertragungskanals sowie mögliche Ursachen für Signalverzerrungen und andere Störeinflüsse. Sie beschreiben den Kanal in äquivalenten komplexen Basisband, insbesondere beschreiben und analysieren sie die Ausbreitung von Signalen bei der Funkübertragung sowie auf Kabeln mit den dort auftretenden Effekten (z.B. Mehrwegeausbreitung, Dämpfung usw.). Sie verwenden additives weißes Rauschen zur Modellierung physikalischer Rauschprozesse in Zeit- und Frequenzbereich. Ebenso verwenden und analysieren die Modelle des AWGN-Kanals und des frequenzselektiven Schwundkanals. Sie bewerten Übertragungsverfahren anhand der Kriterien Leistungseffizienz und Bandbreiteneffizienz.</p> <p>Die Studierenden analysieren und beschreiben mathematisch die gängigen Amplitudenmodulationsverfahren (Ein- und Zweiseitenbandmodulation, Quadraturamplitudenmodulation) in Zeit- und Frequenzbereich. Dies gilt ebenso für die Frequenzmodulation. Sie bewerten diese Modulationsverfahren im Leistungs-Bandbreiten-</p>	



		<p>Diagramm und analysieren den Einfluss von additiven Störern. Sie beschreiben die Grundstrukturen der zugehörigen Empfänger, insbesondere des Überlagerungsempfängers.</p> <p>Die Studierenden beschreiben den Übergang von analogen zu digitalen Signalen und analysieren die Effekte von Abtastung und Quantisierung. Sie untersuchen die Auswirkungen von Kompandierung bei der Quantisierung sowie die Anforderungen an die differentielle Pulsmodulation.</p> <p>Die Studierenden verwenden das Shannon'sche Informationsmaß, Quellencodierungstheorem und die wechselseitige Information zur mathematischen Beschreibung der Nachrichtenübertragung über gestörte Kanäle. Sie erklären das Kanalcodierungstheorem und analysieren im Detail den AWGN-Kanal und seine Varianten bzgl. informationstheoretische Größen.</p> <p>Die Studierenden erklären die digitale Pulsamplitudenmodulation und analysieren die zugehörigen Sender, die Signale sowie die kohärente Demodulation in Zeit- und Frequenzbereich. Sie ermitteln die Fehlerwahrscheinlichkeit und nutzen dazu das Gaußsches Fehlerintegral und die Error Function. Sie bewerten die digitalen Übertragungsverfahren im Leistungs-Bandbreiten-Diagramm. Die Studierenden verstehen die Motivation für den Einsatz von Kanalcodierung bei digitaler Übertragung.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Huber, J.: Skriptum zur Vorlesung Nachrichtenübertragung. 1997.</li> <li>• Kammeyer, K.D.: Nachrichtenübertragung. Teubner, Stuttgart, 2.Aufl., 1996.</li> <li>• Haykin, S.: Communication Systems. John Wiley &amp; Sons, Inc., New York, 1994.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92590	<b>Halbleiterbauelemente</b> (Semiconductor devices)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Halbleiterbauelemente (2 SWS) Vorlesung: Halbleiterbauelemente (2 SWS) Tutorium: Tutorium Halbleiterbauelemente (2 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze Jan Dick	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul Halbleiterbauelemente vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik 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- &amp; Hochfrequenzanwendungen, Speicher- und leistungselektronischen Anwendungen beleuchtet, runden die Vorlesung ab.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <p>Fachkompetenz</p> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen grundlegende physikalische Vorgänge (u.a. Drift, Diffusion, Generation, Rekombination) im Halbleiter</li> <li>• interpretieren Informationen aus Bänderdiagrammen</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Funktionsweisen moderner Halbleiterbauelemente</li> <li>• berechnen Kenngrößen der wichtigsten Bauelemente</li> <li>• übertragen - ausgehend von den wichtigsten Bauelementen, wie Dioden, Bipolartransistoren und Feldeffekttransistoren - diese Funktionsprinzipien auf Weiterentwicklungen für spezielle Anwendungsgebiete wie Leistungselektronik oder Optoelektronik</li> </ul> <p>Analysieren</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren das Verhalten der Bauelemente z.B. bei hohen Spannungen oder erhöhter Temperatur</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundlagen der Elektrotechnik I
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript, am LEB erhältlich</li> <li>• R. Müller: Grundlagen der Halbleiter-Elektronik, Band 1 der Reihe Halbleiter-Elektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2002</li> <li>• D.A. Neamen: Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles, McGraw-Hill (Richard D. Irwin Inc.), 2002</li> <li>• Th. Tille, D. Schmitt-Landsiedel: Mikroelektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2004</li> <li>• S.K. Banerjee, B.G. Streetman: Solid State Electronic Devices, Prentice Hall, 2005</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92358	<b>Inertial Sensor Fusion</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Inertial Sensor Fusion (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Simon Bachhuber	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Topics include, but are not limited to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic principles of gyroscopes, accelerometers and magnetometers</li> <li>• Error characteristics of MEMS-based inertial measurement units</li> <li>• Application: Gait phase detection by foot-worn inertial sensors</li> <li>• Quaternions and other representations of 3D rotations</li> <li>• Orientation estimation from inertial measurement data</li> <li>• Application: Position tracking/retrieval of an unmanned aerial vehicle</li> <li>• Joint angle estimation from inertial measurement data</li> <li>• Application: Real-time motion tracking of a robotic actuator</li> <li>• Kalman filtering methods for linear and nonlinear systems</li> <li>• Probabilistic sensor fusion and Bayesian state estimation</li> <li>• Identification of kinematic parameters from inertial measurement data</li> <li>• Application: Human body motion tracking by wearable inertial sensors</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students are able to employ inertial sensor technologies and sensor fusion methods for applications in research and industry.</li> <li>• 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.</li> <li>• They are able to track the orientation and position of an unmanned aerial vehicle.</li> <li>• They are able to track the motion of multi-link kinematic chains, e.g. robotic actuators or human limbs, in three dimensional space.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Participants should be familiar with fundamentals of linear algebra. It is advantageous but not required to have some prior knowledge on linear dynamic systems or basic probability theory.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Woodman, O.J. An Introduction to Inertial Navigation; University of Cambridge, Computer Laboratory: Cambridge, UK, 2007.</li> <li>• T. Seel, M. Kok, R. McGinnis, "Inertial Sensors Applications and Challenges in a Nutshell", Sensors 2020, 20, 6221.</li> <li>• 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. 7985, Jan. 2014.</li> <li>• 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. 17511759.</li> <li>• 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. 027027, 2020.</li> <li>• 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. 12331238, 2019.</li> <li>• 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.</li> <li>• E. A. Wan and R. Van Der Merwe, "The unscented kalman filter for nonlinear estimation, in Proceedings of the IEEE 2000</li> </ul>

Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium (Cat. No.00EX373), Oct 2000, pp. 153158.

- J. Steinbring and U. D. Hanebeck, "S2kf: The smart sampling kalman filter, in Proceedings of the 16th International Conference on Information Fusion, 2013, pp. 20892096.
- A. Solin, S. Särkkä, J. Kannala, and E. Rahtu, "Terrain navigation in the magnetic landscape: Particle filtering for indoor positioning, 05 2016, pp. 19.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92347	<b>Mechatronic components and systems (MCS)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mechatronic components and systems (2 SWS) Übung: Mechatronic components and systems (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Rodrigo Jose Velasco Guillen	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	
5	<b>Inhalt</b>	<p>System thinking and integration</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interactions of hardware and software</li> <li>- Engineering design methods</li> </ul> <p>Mechanical components</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energy conductors and transformers</li> <li>- Control elements and energy storages</li> </ul> <p>Actuators</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Electrodynamical and electromagnetic actuators</li> <li>- Fluid actuators and unconventional actuators</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensors for measuring mechanical quantities</li> <li>• Control and information processing</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>On successful completion of this module, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holistically understand mechatronic systems and optimize them using methods of system integration, control, and information processing.</li> <li>• Grundlegende mechanische Komponenten unterscheiden, charakterisieren, modellieren und im Rahmen des Systementwurfs auswählen und dimensionieren.</li> <li>• Distinguish, characterize, model, and select basic mechanical components to dimension them in terms of system design.</li> <li>• Describe electrodynamic, electromagnetic, fluid power, and unconventional actuators phenomenologically and mathematically to dimension them considering the overall system.</li> <li>• Describe sensors for measuring mechanical quantities phenomenologically and mathematically and dimension them taking into account the overall system.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20192 M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker.</li> <li>• Isermann, R. (2007). Mechatronische Systeme: Grundlagen. Springer.</li> <li>• Janocha, H. (Ed.). (2013). Aktoren: Grundlagen und Anwendungen. Springer</li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 92601	<b>Nachrichtentechnische Systeme</b> (Communication systems)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Ergänzungen und Übungen zu Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik (1 SWS) Tutorium: Tutorium Nachrichtentechnische Systeme (2 SWS) Vorlesung: Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik (3 SWS) Vorlesung mit Übung: Nachrichtentechnische Systeme - Systemaspekte (2 SWS)	- - - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Andreas Feder Prof. Dr. Jörn Thielecke Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	<b>Inhalt</b>	Übertragungstechnik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Grundbegriffe</li> <li>• Quellensignale und deren Modellierung</li> <li>• Übertragungskanäle und deren Modellierung</li> <li>• Analoge Modulationsverfahren</li> <li>• Pulscodemodulation</li> <li>• Grundbegriffe der Informationstheorie</li> <li>• Digitale Übertragung</li> </ul> Systemaspekte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterisierung von Übertragungskanälen (Dopplereffekt, Schwundtypen)</li> <li>• wichtige Eigenschaften von Signalen zur Kanalmessung und Datenübertragung (Spreizcodes, Walsh-Folgen, Exponentialfolgen)</li> <li>• Zugriff auf das Übertragungsmedium mittels CDMA, OFDM und CSMA</li> <li>• Anwendung der Verfahren in DRM, UMTS, IEEE 802.11 und GPS als Vertreter typischer Rundfunk-, Mobilfunk, WLAN- und Mess-Systeme</li> <li>• kurze Einführung in die Verkehrstheorie (Poissonprozess, Durchsatz)</li> <li>• kurze Einführung in Kommunikationsprotokolle, Systemarchitekturen und das Internet-Schichtenmodell.</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beschreiben die Aufgaben nachrichtentechnischer Systeme. Sie beschreiben und</li> </ul>

modellieren Signale mathematisch mit Zufallsprozessen und können diese in den Frequenzbereich transformieren. Sie rechnen lineare Größen in logarithmische Darstellungen um (und zurück) und verwenden die Pegelgrößen sicher.

- Die Studierenden analysieren analoge Quellensignale, kennen und nutzen dabei die Kenngrößen und Annahmen bzgl. Bandbegrenzung, Spitzenwertbegrenzung usw. Sie unterscheiden analoge und digitale Quellensignale und beschreiben letztere ebenso anhand der üblichen Kenngrößen.
- Die Studierenden erläutern die Definition des Übertragungskanals sowie mögliche Ursachen für Signalverzerrungen und andere Störeinflüsse. Sie beschreiben den Kanal in äquivalenten komplexen Basisband, insbesondere beschreiben und analysieren sie die Ausbreitung von Signalen bei der Funkübertragung sowie auf Kabeln mit den dort auftretenden Effekten (z.B. Mehrwegeausbreitung, Dämpfung usw.). Sie verwenden additives weißes Rauschen zur Modellierung physikalischer Rauschprozesse in Zeit- und Frequenzbereich. Ebenso verwenden und analysieren die Modelle des AWGN-Kanals und des frequenzselektiven Schwundkanals. Sie bewerten Übertragungsverfahren anhand der Kriterien Leistungseffizienz und Bandbreiteneffizienz.
- Die Studierenden analysieren und beschreiben mathematisch die gängigen Amplitudenmodulationsverfahren (Ein- und Zweiseitenbandmodulation, Quadraturamplitudenmodulation) in Zeit- und Frequenzbereich. Dies gilt ebenso für die Frequenzmodulation. Sie bewerten diese Modulationsverfahren im Leistungs-Bandbreiten-Diagramm und analysieren den Einfluss von additiven Störern. Sie beschreiben die Grundstrukturen der zugehörigen Empfänger, insbesondere des Überlagerungsempfängers.
- Die Studierenden beschreiben den Übergang von analogen zu digitalen Signalen und analysieren die Effekte von Abtastung und Quantisierung. Sie untersuchen die Auswirkungen von Kompondierung bei der Quantisierung sowie die Anforderungen an die differentielle Pulsmodulation.
- Die Studierenden verwenden das Shannon'sche Informationsmaß, Quellencodierungstheorem und die wechselseitige Information zur mathematischen Beschreibung der Nachrichtenübertragung über gestörte Kanäle. Sie erklären das Kanalcodierungstheorem und analysieren im Detail den AWGN-Kanal und seine Varianten bzgl. informationstheoretische Größen.
- Die Studierenden erklären die digitale Pulsamplitudenmodulation und analysieren die zugehörigen Sender, die Signale sowie die kohärente Demodulation in Zeit- und Frequenzbereich. Sie ermitteln die Fehlerwahrscheinlichkeit und nutzen dazu das Gauß'sches Fehlerintegral und die Error Function. Sie bewerten die

		<p>digitalen Übertragungsverfahren im Leistungs-Bandbreiten-Diagramm. Die Studierenden verstehen die Motivation für den Einsatz von Kanalcodierung bei digitaler Übertragung.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Grundlegende Methoden und Signale zur Kanalmessung und zum Kanalzugriff</li> <li>◦ Grundlegendes zu Strukturen und Protokollen in Kommunikationssystemen</li> </ul> </li> <li>• Die Studierenden lernen nachrichtentechnischen Signale und Verfahren anzuwenden und zu analysieren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	<p>Klausur (100%) Hausaufgaben/Bonuspunkte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es können durch das Lösen von Hausaufgaben während des Semsters bis zu 12 Bonuspunkte erworben werden. Diese werden bei bestandener Prüfung zusätzlich in die Bewertung mit einbezogen.</li> </ul>
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skripten zu den Vorlesungen</li> <li>• Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner Verlag, 3. Aufl.</li> <li>• Anderson, Johannesson: Understanding Information Transmission, John Wiley, 2005</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92610	<b>Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten</b> (Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten (2 SWS) Übung: Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten Übung (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek Marcel Hoffmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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 Skineneffekt 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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>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.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Elektrotechnik 1-2</li> <li>• Mathematik 1-3</li> <li>• Werkstoffkunde</li> <li>• Elektromagnetische Felder I (begleitend)</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>[1] Frank Gustrau, Hochfrequenztechnik: Grundlagen der mobilen Kommunikationstechnik, Carl Hanser Verlag GmbH &amp; Co. KG, 1. Auflage, 2011</p> <p>[2] Zinke, O., Brunswig, H., Hochfrequenztechnik, Band 1, Springer Verlag, Berlin, 6. Auflage, 2000</p> <p>[3] Meinke, H., Gundelach, F. W., Lange, K., Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer Verlag, Berlin, 5. Auflage, 1992</p> <p>[4] Rizzi, P. A., Microwave Engineering, Passive Circuits Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1988</p> <p>[5] Pozar, D. M., Microwave Engineering John Wiley &amp; Sons, New York, 2. Auflage, 1998</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92532	<b>Quantenelektronik II - Quantentechnologien 2</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Quantenelektronik II - Quantentechnologien 2 (2 SWS)  Vorlesung: Quantenelektronik II - Quantentechnologien 2 (2 SWS)	-  -
3	Lehrende	Andre Pointner Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy	
5	<b>Inhalt</b>	Die Vorlesung Einführung in Quantentechnologien 2 vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik die Anwendungen von Quantentechnologien. Die Quantentechnologie ist eine neue Forschungsrichtung, die das Potential besitzt, aktuelle Technologien zu revolutionieren. Den Studierenden wird in dieser Vorlesung die Funktionsweise von Quantensensoren, Quantennetzwerken und Quantencomputer vermittelt.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Verstehen grundlegende Funktionsweisen und Anwendungen von Quantentechnologien verstehen. Analysieren anwendungspotentiale von Quantentechnologien selbstständig analysieren.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)  Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1 <b>muss</b> durch eine Prüfung erfolgreich abgeschlossen sein!	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Matthias Homeister, Hans Christoph (2018): Quantum Computing verstehen	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 92531	<b>Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy	
5	<b>Inhalt</b>	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.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Verstehen</p> <p>grundlegende physikalische Zusammenhänge der Quantenmechanik verstehen.</p> <p>Anwenden</p> <p>quantenmechanische Effekte mit Hilfe von Berechnungen beschreiben.</p> <p>Analysieren</p> <p>Themen der Quantentechnologien selbstständig analysieren.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Mathematik (1 - 4) und Experimentalphysik (1 & 2) sollten abgeschlossen sein.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch	



16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Haken, Herrmann &amp; Wolf, Hans Christoph (2004): Atom- und Quantenphysik</li><li>• Nolting, Christoph (2009): Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik Grundlagen</li></ul>
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92650	<b>Regelungstechnik A (Grundlagen)</b> (Control engineering A (Foundations))	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Regelungstechnik A (Grundlagen) - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Regelungstechnik A (Grundlagen) (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung behandelt die Grundlagen der Regelungstechnik und befähigt zur Beschreibung und Untersuchung linearer Systeme und zum Entwurf einfacher und mehrschleifiger Regler im Frequenzbereich. Die Inhalte der Vorlesung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenstand und Zielstellung der Regelungstechnik</li> <li>• Modellbildung der Strecke im Zeit und Frequenzbereich und Darstellung als Strukturbild</li> <li>• Analyse des Streckenverhaltens linearer Eingrößensysteme anhand von Übertragungsfunktion und Frequenzgang</li> <li>• Auslegung einschleifiger Regelkreise</li> <li>• Erweiterte Regelkreisstrukturen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenstand und Zielstellung der Regelungstechnik erläutern.</li> <li>• Problemstellungen als Steuerungs- und Regelungsaufgabe identifizieren.</li> <li>• das Streckenverhalten durch ein mathematisches Modell in Form des Strukturbilds beschreiben.</li> <li>• eine Modellvereinfachung durch Linearisierung und Strukturbildumformung durchführen.</li> <li>• aus Übertragungsfunktion und Frequenzgang das qualitative Streckenverhalten ermitteln.</li> <li>• zu einem Frequenzgang Ortskurve und Bode-Diagramm angeben.</li> <li>• den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Regelung angeben und die Zweckbestimmung von Vorsteuerung und Regelung erläutern.</li> <li>• Sollverläufe auf Zulässigkeit überprüfen und realisierbare Vorsteuerungen entwerfen.</li> <li>• die Regelkreis-Stabilität definieren und mit dem Nyquist-Kriterium untersuchen.</li> <li>• entscheiden, wann welcher Reglertyp in Frage kommt und nach welchen Gesichtspunkten dessen Parameter zu wählen sind.</li> <li>• für lineare Eingrößensysteme einen geeigneten Regler entwerfen.</li> <li>• ergänzende Maßnahmen zur Störverhaltensverbesserung beschreiben und zur Anwendung bringen.</li> <li>• die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich weiterführende Frequenzbereichsmethoden der Regelungstechnik selbständig erschließen.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Systemtheorie linearer zeitkontinuierlicher Systeme (inkl. Laplace-Transformation)
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, 12. Auflage, VDE-Verlag, 2016</li> <li>• M. Horn, N. Dourdoumas. Regelungstechnik, Pearson Studium, 2004</li> <li>• W. Leonhard. Einführung in die Regelungstechnik, 4. Auflage, Vieweg, 1987</li> <li>• J. Lunze. Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, 12. Auflage, Springer, 2020</li> <li>• R. Unbehauen. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, 2002</li> <li>• G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1 und 2, Springer, 1995</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97060	<b>Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)</b> (Control engineering B (State-space methods))	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) - Übungen (2 SWS)  Vorlesung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (2 SWS)	-  -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen zur Beschreibung und Untersuchung von linearen dynamischen Systemen mit mehreren Ein- und Ausgangsgrößen im Zustandsraum sowie den zustandsraumbasierten Regler- und Beobachterentwurf. Die Inhalte der Vorlesung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation der Zustandsraumbetrachtung dynamischer Systeme in der Regelungstechnik</li> <li>• Zustandsraumdarstellung dynamischer Systeme und deren Vereinfachung durch Linearisierung</li> <li>• Analyse linearer und zeitinvarianter Systeme: Stabilität, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Zusammenhang mit Ein-/Ausgangsbetrachtung</li> <li>• Auslegung von linearen Zustandsreglern für lineare Eingrößensysteme</li> <li>• Erweiterte Regelkreisstrukturen, insbesondere Vorsteuerung und Störgrößenkompensation</li> <li>• Entwurf von Zustands- und Störgrößenbeobachtern und Kombination mit Zustandsreglern (Separationsprinzip)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Vorzüge der Zustandsraumbetrachtung im Vergleich zur Ein-/Ausgangsbetrachtung darlegen.</li> <li>• für dynamische Systeme die Zustandsgleichungen aufstellen und durch Linearisierung vereinfachen.</li> <li>• für LZI-Systeme die Zustandsgleichungen in Normalformen transformieren.</li> <li>• Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit von Zustandssystemen definieren und LZI-Systeme daraufhin untersuchen.</li> <li>• ausführen, wie diese Eigenschaften mit den Eigenwerten und Nullstellen von LZI-Zustandssystemen zusammenhängen.</li> <li>• den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Zustandsregelung angeben und die Zweckbestimmung ihrer einzelnen Komponenten erläutern.</li> <li>• realisierbare Vorsteuerungen zur Einstellung des Sollverhaltens entwerfen.</li> <li>• Zielstellung und Aufbau eines Zustandsbeobachters erläutern.</li> <li>• diesen zu einem Störbeobachter erweitern und Störaufschaltungen zur Kompensation von Dauerstörungen konzipieren.</li> <li>• beobachterbasierte Zustandsregelungen durch Eigenwertvorgabe entwerfen.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich die Zustandsraummethoden der Regelungstechnik selbständig weiter erschließen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A)
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987</li> <li>O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994</li> <li>H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004</li> <li>T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980</li> <li>G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995</li> <li>D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley &amp; Sons, 1979</li> <li>J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020</li> <li>J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020</li> <li>L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974</li> <li>W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92359	<b>Robot mechanisms and user interfaces</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robot mechanisms and user interfaces (2 SWS) Übung: Robot mechanisms and user interfaces (UE) (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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</p> <p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>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.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20192 M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Studienleistung Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Studienleistung (0%) Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker.</p> <p>Lenarcic, J., Bajd, T., &amp; Stanisic, M. M. (2013). Robot mechanisms. Springer.</p> <p>Hatzfeld, C., &amp; Kern, T. A. (2016). Engineering haptic devices. Springer.</p> <p>Selected research articles.</p>
----	--------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92660	<b>Schaltungstechnik</b> (Circuit technology)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Schaltungstechnik (2 SWS) Vorlesung: Schaltungstechnik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Marco Dietz Sascha Breun Fabian Michler Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiterbauelemente: Diode, Bipolartransistor, MOSFET</li> <li>• Transistor-Grundsaltungen: Arbeitspunkte, Großsignal-, Kleinsignalverhalten</li> <li>• Verstärker: Stromquellen, Differenzverstärker, Impedanzwandler</li> <li>• Operationsverstärker, innerer Aufbau, Modelle, Anwendungen</li> <li>• Digital-Analog-/Analog-Digital-Umsetzer: Grundsaltungen, Modelle, Anwendungen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen den Aufbau und die Funktionsweisen von Halbleiterschaltungen wie Dioden- und Transistorgrundsaltungen, Verstärkern, Operationsverstärkern und Analog-Digital-/Digital-Analog-Umsetzern und können diese erläutern.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe Schaltungen durch eine Zerlegung in grundlegende Funktionsblöcke analysieren und diese in ihrer Funktion beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Entwicklungsmethodik beim Entwurf von grundlegenden Halbleiterschaltungen und können diese dimensionieren.</li> <li>• Die Studierenden können eine einfache, abstrakte Funktionsbeschreibung in grundlegende Halbleiterschaltungen abbilden und diese zur Erfüllung der abstrakten Funktion auslegen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	



15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92682	<b>Signale und Systeme II</b> (Signals and systems 2)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Diskrete Signale*</p> <p>Elementare Operationen und Eigenschaften, spezielle diskrete Signale, Energie und Leistung, Skalarprodukt und Orthogonalität, Faltung und Korrelation</p> <p>*Zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT)*</p> <p>Definition, Beispiele, Korrespondenzen, inverse zeitdiskrete Fourier-Transformation, Eigenschaften und Sätze</p> <p>*Diskrete Fourier-Transformation (DFT)*</p> <p>Definition, Beispiele, Korrespondenzen, Eigenschaften und Sätze, Faltung mittels der diskreten Fourier-Transformation, Matrixschreibweise, schnelle Fourier-Transformation (FFT)</p> <p>*z-Transformation*</p> <p>Definition, Beispiele, Korrespondenzen, inverse z-Transformation, Eigenschaften und Sätze</p> <p>*Diskrete LTI-Systeme im Zeitbereich*</p> <p>Beschreibung durch Impulsantwort und Faltung, Beschreibung durch Differenzgleichungen, Beschreibung durch Zustandsraumdarstellung</p> <p>*Diskrete LTI-Systeme im Frequenzbereich*</p> <p>Eigenfolgen, Systemfunktion und Übertragungsfunktion, Verkettung von LTI-Systemen, Zustandsraumbeschreibung im Frequenzbereich</p> <p>*Diskrete LTI-Systeme mit speziellen Übertragungsfunktionen*</p> <p>Reellwertige Systeme, verzerrungsfreie Systeme, linearphasige Systeme, minimalphasige Systeme und Allpässe, idealer Tiefpass und ideale Bandpässe, idealer Differenzierer</p> <p>*Kausale diskrete LTI-Systeme und Hilbert-Transformation*</p>	

		<p>Kausale diskrete LTI-Systeme, Hilbert-Transformation für periodische Spektren, analytisches Signal und diskreter Hilbert-Transformator</p> <p>*Stabilität diskreter LTI-Systeme*</p> <p>BIBO-Stabilität, kausale stabile diskrete Systeme, Stabilitätskriterium für Systeme N-ter Ordnung</p> <p>*Beschreibung von Zufallssignalen*</p> <p>Erwartungswerte, stationäre und ergodische Zufallsprozesse, Autokorrelations- und Korrelationsfunktion, Leistungsdichtespektrum, komplexwertige Zufallssignale</p> <p>*Zufallssignale und LTI-Systeme*</p> <p>Verknüpfung von Zufallssignalen, Reaktion von LTI-Systemen auf Zufallssignale, Wienerfilter</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren diskrete Signale mit Hilfe der zeitdiskreten Fourier-Transformation und berechnen deren diskrete Fourier-Transformation</li> <li>• bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für diskrete lineare zeitinvariante Systeme</li> <li>• berechnen System- und Übertragungsfunktionen für diskrete lineare zeitinvariante Systeme</li> <li>• analysieren die Eigenschaften von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung</li> <li>• stufen diskrete lineare zeitinvariante Systeme anhand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein</li> <li>• bewerten Kausalität und Stabilität von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen</li> <li>• bewerten diskrete Zufallssignale durch Berechnung von Erwartungswerten und Korrelationsfunktionen</li> <li>• beurteilen die wesentlichen Effekte einer Filterung von diskreten Zufallssignalen durch diskrete lineare zeitinvariante Systeme</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96460	<b>Speech and Audio Signal Processing</b> (Speech and audio signal processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zur Sprach- und Audiosignalverarbeitung (1 SWS) Vorlesung: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Mhd Modar Halimeh Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann
5	<b>Inhalt</b>	<p>It concentrates on algorithms for speech and audio signal processing with applications in telecommunications and multimedia, especially</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physiology and models for human speech production and hearing: source-filter model, filterbank model of the cochlea, masking effects,</li> <li>• representation of speech and audio signals: estimation and representation of short-term and long-term statistics in the time and frequency domain as well as the cepstral domain; typical examples and visualizations</li> <li>• source coding for speech and audio signals: criteria, scalar and vector quantization, linear prediction, prediction of the pitch frequency; waveform coding, parametric coding, hybrid coding, codec standards (ITU, GSM, ISO-MPEG)</li> <li>• basic concepts of automatic speech recognition (ASR): feature extraction, dynamic time warping, Hidden Markov Models (HMMs)</li> <li>• basic concepts of speech synthesis: text-to-speech systems, model-based and data-driven synthesis, PSOLA synthesis system</li> <li>• signal enhancement for acquisition and reproduction: noise reduction, acoustic echo cancellation, dereverberation using single-channel and multichannel algorithms.</li> </ul> <p>Es werden Grundlagen und Algorithmen der Verarbeitung von Sprach- und Audiosignalen mit Anwendungen in Telekommunikation und Multimedia behandelt, insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physiologie und Modelle der Spracherzeugung und des Hörens: Quelle-Filter-Modell, Filterbank-Modell der Cochlea; Maskierungseffekte;</li> <li>• Darstellung von Sprach- und Audiosignalen: Schätzung und Darstellung der Kurzzeit- und Langzeitstatistik in Zeit-, Frequenz- und Cepstralbereich; typische Beispiele, Visualisierungen;</li> <li>• Quellencodierung für Sprache und Audiosignale: Kriterien; skalare und vektorielle Codierung; lineare Prädiktion; Pitchprädiktion; Wellenform-/Parameter-/Hybrid-Codierung; Standards (ITU, GSM, ISO-MPEG)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spracherkennung: Merkmalextraktion, Dynamic Time Warping, Hidden Markov Models</li> <li>• Grundprinzipien der Sprachsynthese: Text-to-Speech Systeme, modellbasierte und datenbasierte Synthese, PSOLA-Synthese</li> <li>• Signalverbesserung bei Signalaufnahme und wiedergabe: Geräuschbefreiung, Echokompensation, Enthüllung mittels ein- und mehrkanaliger Verfahren;</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand basic physiological mechanisms of human speech production and hearing and can apply them for the analysis of speech and audio signals</li> <li>• apply basic methods for the estimation and representation of the short-term and long-term statistics of speech and audio signals and can analyze such signals by means of these methods</li> <li>• understand current methods for source coding of speech and audio signals and can analyze current coding standards</li> <li>• verstehen die Grundbausteine von Spracherkennungssystemen und können deren Funktion mittels Rechnersimulation analysieren</li> <li>• understand the basic principle of text-to-speech systems and can apply fundamental methods for speech synthesis</li> <li>• can apply basic algorithms for speech enhancement and understand their functionality for real-world data.</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die grundlegenden physiologischen Mechanismen der Spracherzeugung und des Hörens beim Menschen und können diese zur Analyse von Sprach- und Audiosignalen anwenden</li> <li>• wenden die grundlegenden Methoden zur Schätzung und Darstellung der Kurzzeit- und Langzeitstatistik von Sprach- und Audiosignalen an und können diese damit analysieren</li> <li>• verstehen die aktuellen Methoden zur Quellencodierung von Sprache- und Audiosignalen und können aktuelle Codierstandards analysieren</li> <li>• verstehen die Grundbausteine von Spracherkennungssystemen und können deren Funktion mittels Rechnersimulation analysieren</li> <li>• verstehen die Grundprinzipien von Text-to-Speech Systemen und können elementare Algorithmen zur Sprachsynthese anwenden</li> <li>• können elementare Algorithmen zur Signalverbesserung anwenden und für reale Daten analysieren</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorlesung Signale und Systeme I & II

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Gemäß themenbezogenen Angaben in der Lehrveranstaltung

# M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL)



1	<b>Modulbezeichnung</b> 93101	<b>AI in medical robotics</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: AI in Medical Robotics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Dr. Ive Weygers Simon Bachhuber	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel	
5	<b>Inhalt</b>	<p>This module is concerned with artificial intelligence technologies in medical robotics and with methods that establish different forms of intelligence in medical robotic systems. Participants will become familiar with the design and application of AI methods and algorithms for perception, motor control, planning, cognition and learning and with their application in biorobotic systems and robotic solutions for diagnosis and treatment. Application domains include minimally invasive surgery, motor rehabilitation, exoskeletons and assistive devices, as well as medical service robotics. The taught methods will be applied to application data during designated computer exercises that are integrated into the course.</p> <p>Topics include, but are not limited to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic principles and classification of artificial intelligence</li> <li>• Overview of medical robotic applications for AI methods and technologies</li> <li>• Perception in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Motion planning in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Adaptation and Learning in Human-Robotic Systems</li> <li>• Motion learning in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Cognition in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Application Example: Perception in a robotic surgery system</li> <li>• Application Example: Motor learning in a compliant upper-limb rehabilitation robot</li> <li>• Application Example: Locomotion in a medical service robot</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students are able to employ artificial intelligence technologies and methods for applications in medical robotics.</li> <li>• They are capable of understanding and handling the complexity of biorobotic AI systems and have command of a versatile set of methods for analyzing and further advancing such systems.</li> <li>• They are able to combine different tools and methods to achieve intelligent perception, planning, control, learning and cognition in robotic solutions for minimally invasive surgery, motor rehabilitation robotics, and medical service robotics.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Participants should be familiar with fundamentals of linear algebra. It is advantageous but not required to have some prior knowledge on linear dynamic systems or basic probability theory.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20192 M3 Medical Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 23070	<b>Biomedizinische Signalanalyse</b> (Biomedical signal analysis)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Biomedizinische Signalanalyse Übung (2 SWS) Vorlesung: Biomedizinische Signalanalyse (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier Daniel Krauß
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Für weitere Informationen, besuchen Sie bitte unseren zugehörigen StudOn Kurs.</p> <p><b>Content</b></p> <p>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.</p> <p>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 obtained.</p> <p>For more information, please visit our associated StudOn course</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<b>Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Kurses</b>

## **Fachkompetenz**

### **Wissen**

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

### **Verstehen**

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

### **Anwenden**

- Signalcharakteristiken im Zeit- und Frequenzbereich bestimmen
- Algorithmen der Biosignalverarbeitung anwenden und in Python implementieren
- Filteroperationen zur Eliminierung von Artefakten anwenden und in Python implementieren
- Methoden selbstständig auf interdisziplinäre Fragestellungen der Medizin und der Ingenieurwissenschaften anwenden
- das Ergebnis von typischen Filteroperationen abschätzen

### **Analysieren**

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

### **Evaluieren (Beurteilen)**

- Biosignale mit medizinischen Normalwerten vergleichen und im medizinischen Kontext evaluieren
- Klassifikationsergebnisse beurteilen
- die Bedeutung der Biosignalverarbeitung für die Medizintechnik diskutieren

- Probleme in Gruppen kooperativ und verantwortlich lösen und in der Übungsgruppe bzw. im Forum diskutieren

**After completion of the course, students are able to**

**Knowledge**

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

**Understanding**

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

**Application**

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

**Analyze**

- derive filter characteristics from electric circuits
- compare signal analysis algorithms
- solve classification problems in Python

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• recognize typical artifacts in biosignals and propose solutions for their reduction</li> </ul> <p><b>Evaluation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• compare biosignals with medical norm values and evaluate them in a medical context</li> <li>• evaluate classification results</li> <li>• discuss the importance of biomedical signal analysis for medical engineering</li> <li>• solve and discuss problems in groups cooperatively in the group exercises and the online forum</li> </ul>
7	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b></p>	<p><b>Prerequisites</b></p> <p>The Biosig lectures and exercises do not have formal requirements. However, we expect you to have some knowledge about the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of Physiology and Anatomy (High-school level)</li> <li>•       <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Basic elements of electronic circuits (resistor, capacitor, inductor) and related equations</li> </ul> </li> <li>• Basic math: Integration, Differentiation, Limits</li> <li>•       <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fourier Transform (qualitative understanding)</li> <li>◦ Basic filter types</li> <li>◦ z-plane (qualitative understanding)</li> </ul> </li> </ul> <p>Furthermore, some knowledge in the following topics will be beneficial to easily understand the content of the lecture:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Advanced filter concepts</li> <li>• z-plane math / z-transform / pole-zero plots</li> <li>• Frequency domain math / detailed understanding of Fourier transform and its properties</li> <li>• Laplace transform</li> <li>• Basics of Python (for the exercises)</li> </ul> <p>If you want to refresh your knowledge on all the aforementioned topics, we recommend the following lectures and online resources: Note that</p>

		<p>some of them go beyond the requirements of this lecture for many topics!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signals and Systems I</li> <li>• Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker</li> <li>• Video Series: Introduction to discrete Control (and further videos from this channel, as general introduction to filter and z-plane math)</li> <li>• A visual introduction to Fourier Transform</li> <li>• Udacity Python Course Course materials from the Stanford "Introduction to Scientific Python"</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	elektronische Prüfung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	elektronische Prüfung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R.M. Rangayyan, Biomedical Signal Analysis: A case-study approach. 1st ed., 2002, New York, NY: John Wiley &amp; Sons.</li> <li>• E.N. Bruce, Biomedical Signal Processing and Signal Modeling. 1st ed., 2001, New York, NY: John Wiley &amp; Sons.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44200	<b>Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Numerische Neurotechnologie - Übung (2 SWS) Vorlesung: Numerische Neurotechnologie - Vorlesung (2 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Tobias Reichenbach	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Tobias Reichenbach	
5	<b>Inhalt</b>	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.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Can understand the principles of the analysis of neural signals</li> <li>• Can apply information theory for the description of neural activity</li> <li>• Can perform simulations of the dynamics of single neurons as well as of neural networks</li> <li>• Can evaluate different approaches to construct Brain-Machine-Interfaces (BCIs)</li> <li>• Can explain concepts for the design of neural prosthesis</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	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.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96130	<b>Elektrische Kleinmaschinen</b> (Small electrical machines)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Elektrische Kleinmaschinen (2 SWS) Vorlesung: Elektrische Kleinmaschinen (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Veronika Solovieva Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	<b>Inhalt</b>	<p>Grundlagen: Definitionen, Kraft-/Drehmomentenerzeugung, elektromechanische</p> <p>Energiewandlung</p> <p>Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsverhalten von: Universalmotor, Glockenankermotor, PM-Synchronmaschine, Spaltpolmotor, Kondensatormotor, geschaltete Reluktanzmaschine, Schrittmotoren, Klauenpolmotor.</p> <p>Basics: Definitions, force and torque production, electromagnetic energy conversion</p> <p>Construction, mode of operation and operating behaviour of: universal motor,</p> <p>bell-type armature motor, PM-synchronous machine,</p> <p>split pole motor, condenser motor, switched reluctance machine, stepping</p> <p>motors, claw pole motor</p> <p>*Ziel*</p> <p>Die Studierenden sind nach der Teilnahme in der Lage, die unterschiedlichen Maschinenkonzepte für elektrische Kleinmaschinen in ihrer Funktionsweise und ihrem Betriebsverhalten zu analysieren, sowie die Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlichen Maschinenkonzepte zu bewerten.</p> <p>*Aim:*</p> <p>After the participation the students are able to analyze the different machine concepts of small electric machines concerning their basic</p>

		funktionalität und Betriebsverhalten, und zu bewerten, wie sie auf industrielle Probleme anzuwenden sind.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundlegenden Wirkzusammenhänge bei der Drehmoment- und Kraftentwicklung elektrischer Maschinen wiederzugeben. Unterschiedliche Maschinenvarianten elektrischer Kleinmaschinen können benannt, in ihrem konstruktiven Aufbau gezeichnet und dargelegt werden,</li> <li>• die grundlegenden Theorien und Methoden zur allgemeinen Beschreibung des stationären Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen auf die einzelnen unterschiedlichen Maschinenkonzepte anzuwenden und für den jeweiligen speziellen Fall zu modifizieren, um daraus das stationäre Betriebsverhalten vorauszusagen,</li> <li>• zwischen den unterschiedlichsten Maschinekonzepten zu unterscheiden, diese für einen gegebenen Anwendungsfall gegenüberzustellen und auszuwählen,</li> <li>• unterschiedliche elektrische Kleinmaschinen hinsichtlich ihrer Betriebseigenschaften zu vergleichen, einzuschätzen und zu beurteilen. Sie können für unterschiedliche anwendungsbezogene Anforderungen Kriterien für die Auswahl einer geeigneten elektrischen Kleinmaschine aufstellen und sich für eine Maschinenvariante entscheiden.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Vorlesungsskript  Script accompanying the lecture

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92530	<b>Elektromagnetische Felder II</b> (Electromagnetic fields II)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elektromagnetische Felder II (2 SWS) Übung: Übungen zu Elektromagnetische Felder II (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich Dr.-Ing. Gerald Gold	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Beginnend mit dem Energietransport im elektromagnetischen Feld wird sodann der allgemeine Fall zeitlich veränderlicher Felder und deren Verhalten in oder an Materie behandelt.</p> <p>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.</p> <p>In den Übungen wird der Stoff der Vorlesung durch die Anwendung auf konkrete wissenschaftliche und technische Problemstellungen und beispielartige Lösung von Standardproblemen vertieft.</p> <p>Weiteres Ziel der Übungen ist die Vorbereitung auf die schriftliche Prüfung.</p> <p>Inhaltsübersicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitunabhängige Felder, Teil 2</li> <li>• Energietransport im elektromagnetischen Feld</li> <li>• Elektromagnetische Wellen in homogenen Medien</li> <li>• EM-Wellen: Arten und Eigenschaften</li> <li>• Kenngrößen von EM-Wellen und ihrer Ausbreitungsbedingungen</li> <li>• EM-Wellen an Materialübergängen: Reflexion und Brechung</li> <li>• EM-Wellen an Materialübergängen: Inhomogenitäten und reale Oberflächen</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehmomente und Kräfte auf Ladungs- und Stromdichteverteilungen in homogenen und inhomogenen Feldern zu berechnen</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• das Potential einer Ladungsverteilung durch Multipolentwicklung auszudrücken</li> <li>• Ladungsdichte, Potential und elektrisches Feld an Leiteroberflächen zu beschreiben</li> <li>• das Verfahren der Spiegelung bei der Berechnung elektromagnetischer Felder anzuwenden</li> <li>• die Energie zeitunabhängiger Ladungs- und Stromdichteverteilungen sowie von Feldern zu berechnen</li> <li>• den Energiefluß in elektromagnetischen Feldern über den Poynting-Vektor zu berechnen</li> <li>• die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in homogenen verlustbehafteten Medien quantitativ zu beschreiben</li> <li>• die Kenngrößen von Wellen und deren Ausbreitungsbedingungen sowie Verluste zu berechnen</li> <li>• Feldstärken, Ausbreitungsrichtungen und Verluste bei Reflexion, Transmission und Brechung zu berechnen</li> <li>• die Wellenausbreitung in inhomogenen Medien zu beschreiben.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	EMF I und Vektoranalysis, z.B. aus der Mathematik-VL im Grundstudium
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript zur Vorlesung</li> <li>• Übungsaufgaben mit Lösungen</li> </ul> <p>(beides über StudOn verfügbar)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96580	<b>Elektromagnetische Verträglichkeit</b> (Elektromagnetische Verträglichkeit)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elektromagnetische Verträglichkeit (2 SWS) Übung: Übungen zu Elektromagnetische Verträglichkeit (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Daniel Kübrich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Jeannette Konhäuser Dr.-Ing. Daniel Kübrich
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Symmetrische und asymmetrische Störströme</li> <li>• Ersatzschaltbilder von Filterkomponenten</li> <li>• Netzfilterdämpfung</li> <li>• Koppelmechanismen</li> <li>• Reduzierung von Feldern durch Schirmung / Spiegelung</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Besonderheiten der EMV-Messtechnik zu verstehen,</li> <li>• die aktuellen Normen zu verstehen und anzuwenden,</li> <li>• die unterschiedlichen Koppelmechanismen zu verstehen und auf die Störprobleme in Schaltungen und Systemen anzuwenden,</li> <li>• die Störsituation bei Schaltungen zu bewerten und Maßnahmen zur Entstörung zu entwickeln.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92523	<b>Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Halbleitertechnik III Leistungshalbleiterbauelemente (2 SWS)  Übung: Übung zu Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (2 SWS)	5 ECTS  -
3	Lehrende	PD Dr. Tobias Erlbacher Julian Schwarz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Tobias Erlbacher
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Zunächst werden Bipolarleistungsdioden und Schottkydioden als gleichrichtende Bauelemente vorgestellt.</p> <p>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.</p> <p>Nach einer Vorstellung von in Logikschaltungen integrierter Leistungsbauelemente (Smart-Power ICs) erfolgt abschließend die Diskussion von neuartigen Bauelementkonzepten auf Siliciumkarbid und Galliumnitrid, welche immer stärker an Bedeutung gewinnen.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <p>Fachkompetenz</p> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Aufbau und die Funktion sowie die elektrischen Eigenschaften gängiger Leistungshalbleiterbauelemente</li> <li>• vergleichen Leistungshalbleiterbauelemente auf Wide-Bandgap"-Materialien (SiC, GaN).</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren Leistungsbauelemente hinsichtlich statischen und dynamischen Verlusten und Belastungsgrenzen</li> <li>• diskutieren die Möglichkeiten und Grenzen gängiger Leistungshalbleiterbauelemente</li> <li>• unterscheiden Integrationskonzepte für Leistungshalbleiterbauelemente in integrierte Schaltungen</li> </ul>



7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Neben den Grundkenntnissen in Physik, Chemie und Mathematik sollten die Teilnehmer die Grundlagen der Halbleiterphysik und der Halbleiterbauelemente beherrschen. Es wird empfohlen die Lerninhalte des Moduls "Halbleiterbauelemente" zu Beginn dieser Vorlesung zu wiederholen.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of Power Semiconductor Devices, B. J. Baliga, Springer, New York, 2008 ISBN: 978-0-387-47313-0</li> <li>• Halbleiter-Leistungselemente, Josef Lutz, Springer, Berlin, 2006 ISBN: 978-3-540-34206-9</li> <li>• Leistungselektronische Bauelemente für elektrische Antriebe, Dierk Schröder, Berlin, Springer, 2006 ISBN: 978-3-540-28728-5</li> <li>• Physics and Technology of Semiconductor Devices, A. S. Grove, Wiley, 1967, ISBN: 978-0-471-32998-5</li> <li>• Power Microelectronics - Device and Process Technologies, Y.C. Liang und G.S. Samudra, World Scientific, Singapore, 2009 ISBN: 981-279-100-0</li> <li>• Power Semiconductors, S. Linder, EFPL Press, 2006, ISBN: 978-0-824-72569-3</li> <li>• V. Benda, J. Gowar, D. A. Grant, Power Semiconductor Devices, Wiley, 1999</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92526	<b>Halbleitertechnik VI - Flexible Elektronik (HL VI)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Michael Jank	
5	<b>Inhalt</b>	<p>1. Einführung -Vergleich Elektroniktechnologien, Anwendungen für großflächige und flexible Elektronik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrationstechniken</li> </ul> <p>2. Bauelementekonzepte der Dünnschichtelektronik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dünnschichttransistoren / TFTs</li> <li>• Passive Bauelemente</li> <li>• Ausgewählte Sensoren</li> </ul> <p>3. Materialien und Prozessierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschichtungs- und Drucktechniken</li> <li>• Dünnschichttechnologien (<math>\alpha</math>-Silicium, Polysilicium, Metalloxide, Organik)</li> <li>• Substrat-, Prozess- und Bauelementeoptionen für flexible Anwendungen</li> </ul> <p>4. Mechanische und elektronische Integration</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindungstechniken</li> <li>• Drahtlose Schnittstellen</li> </ul> <p>5. Anwendungen</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Großflächige Sensoren, Sensormatrizen und Ausleseelektronik</li> <li>• Typen, Aufbau und Ansteuerung von Displays</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Lernende können evidenzbasierte, qualitative und quantitative Urteile zu Sachverhalten anhand von Kriterien anstellen, d.h. technologische Ansätze miteinander vergleichen, Handlungsempfehlungen erstellen und begründen, sowie Lösungsszenarien entwerfen.</p> <p>Lernende können Herangehensweisen zur Vereinfachung komplexer Probleme anwenden, zielorientierte Technologieoptimierung bei gegenseitigen Abhängigkeiten (Kompromissfindung) durchführen sowie Größen und Kerneigenschaften von Technologien erfassen.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92513	<b>Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (HLT I)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (3 SWS) Übung: Übung zu Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze Jannik Schwarberg	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden die wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente und integrierter Schaltungen behandelt.</p> <p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Technologieschritte und notwendigen Prozessgeräte</li> <li>• erklären die physikalischen und chemischen Vorgänge bei der Herstellung von Integrierten Schaltungen</li> </ul> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln en Einfluss von Prozessparametern und können Vorhersagen für Einzelprozesse ableiten</li> <li>• sind in der Lage, verschiedene Herstellungsschritte hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bzgl. der hergestellten Schichten, Strukturen oder Bauelemente zu beurteilen</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Kenntnisse aus dem Bereich Halbleiterbauelemente (Pflichtveranstaltung im Bachelorstudiengang EEI und Mechatronik)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. M. Sze: VLSI - Technology, MacGraw-Hill, 1988</li> <li>• C. Y. Chang, S. M. Sze: ULSI - Technology, MacGraw-Hill, 1996</li> <li>• D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich: Technology of Integrated Circuits, Springer Verlag, 2000</li> <li>• Hong Xiao: Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, Prentice Hall, 2001</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96220	<b>HF-Schaltungen und Systeme</b> (HF-Schaltungen und Systeme)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: HF-Schaltungen und Systeme Übung (2 SWS) Vorlesung: HF-Schaltungen und Systeme (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Nach einer einleitenden Übersicht über aktive Bauelemente und Schaltungen der Hochfrequenztechnik werden die Grundlagen nichtlinearer Schaltungen behandelt. Auf dieser Basis werden resistive und parametrische Mischer sowie Detektoren und Frequenzvervielfacher mit Schottky- und Varaktor-Dioden vorgestellt und beispielhafte Schaltungen besprochen. Im nächsten Abschnitt werden Mikrowellenverstärker mit Bipolar- und Feldeffekt-Transistoren für kleine und mittlere Leistungen sowie Klystron- und Wanderfeldröhrenverstärker für hohe Leistungen mit ihrem konstruktiven Umfeld vorgestellt und Schaltungsausführungen analysiert. Ausgehend von den allgemeinen Schwingbedingungen werden dann Zweipol- und Vierpol-Oszillatoren in ihrer Funktionsweise dargestellt und Berechnungsverfahren angegeben. Neben Tunnel-Dioden- und Transistor-Oszillatoren werden auch Laufzeit-Halbleiter-Systeme in Form von Gunn-Elementen und IMPATT-Dioden sowie Laufzeit-Röhren behandelt. Verfahren zur passiven und aktiven Frequenzstabilisierung, komplexere Zusammenschaltungen von aktiven und nichtlinearen Komponenten und eine Darstellung der Einsatzbereiche von aktiven/nichtlinearen Elemente in HF-Systemen runden die Lehrveranstaltung ab.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben spezialisiertes und vertieftes Wissen über den Umgang mit aktiven und nichtlinearen Bauelementen der Hochfrequenztechnik</li> <li>• können physikalische Prinzipien und deren technische Umsetzung zur Realisierung von Hochfrequenz-Mischern, Detektoren, Vervielfachern, Verstärkern und Oszillatoren anwenden.</li> <li>• sind in der Lage, die Schaltungen der genannten HF-Komponenten eigenständig zu analysieren, zu konzipieren und zu entwickeln.</li> <li>• können hochfrequenten Eigenschaften von aktiven und nichtlinearen Schaltungen berechnen, darstellen und bewerten.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiterbauelemente</li> <li>• Passive Bauelemente</li> <li>• Elektromagnetische Felder I</li> <li>• Hochfrequenztechnik</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>B. Razavi, "RF Microelectronics", 2. Auflage Prentice Hall 2011</p> <p>Zinke, O., Brunswig, H., "Hochfrequenztechnik", Band 2, Springer, Berlin, 5. Auflage, 1999.</p> <p>Voges, E., "Hochfrequenztechnik", 3. Auflage, Hüthig, 2004.</p> <p>Bächtold, W., "Mikrowellentechnik", Vieweg, Braunschweig, 1999.</p> <p>Bächtold, W., "Mikrowellenelektronik", Vieweg, Braunschweig, 2002.</p> <p>Maas, S. A., "Nonlinear Microwave and RF Circuits", Artech House, 2. Auflage, 2003.</p> <p>Pozar, D. M., "Microwave Engineering", 4. Auflage Wiley 2011.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92720	<b>Hochfrequenztechnik</b> (Microwave technology)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Hochfrequenztechnik (2 SWS) Übung: Hochfrequenztechnik Übung (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek Lukas Engel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben fundierte Kenntnisse über die typischen passiven HF-Bauelemente sowie den Umgang mit Streuparametern und die Analyse von HF-Schaltungen.</li> <li>lernen Antennenkonzepte und elementare Berechnungsmethoden für Antennen, Funkfelder, Rauschen und HF-Systeme kennen.</li> <li>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.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Passive Bauelemente</li> <li>Elektromagnetische Felder I</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	



12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Zinke, O., Brunswig, H.: Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, Band 1, 6. Auflage. Springer-Verlag: Berlin (2000).  Voges, E.: Hochfrequenztechnik. Hüthig Verlag (2004)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92345	<b>Human-centered mechatronics and robotics</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Human-centered mechatronics and robotics (2 SWS) Übung: Human-centered mechatronics and robotics (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Adna Bliak	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Human-oriented design methods</li> <li>• Biomechanics</li> </ul> <p>- Motions, measurement, and analysis</p> <p>- Biomechanical models</p> <p>Elastic robotics</p> <p>- Elastic actuators</p> <p>- Control methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cognitive and physical human-robot interaction</li> <li>• Empirical research methods</li> </ul> <p>- Research process and experiment design</p> <p>- Research methods, interferences, and ethics</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>On successful completion of this module, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tackle the interdisciplinary challenges of human-centered robot design.</li> <li>• Use engineering methods for modeling, design, and control to develop human-centered robots.</li> <li>• Apply methods from psychology (perception, experience), biomechanics (motion and human models), and engineering (design methodology) and interpret their results.</li> <li>• Develop robotic systems that are provide user-oriented interaction characteristics in addition to efficient and reliable operation.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20192	

		M3 Medical Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ott, C. (2008). Cartesian impedance control of redundant and flexible-joint robots. Springer.</li> <li>• Whittle, M. W. (2014). Gait analysis: an introduction. Butterworth-Heinemann.</li> <li>• Burdet, E., Franklin, D. W., &amp; Milner, T. E. (2013). Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press.</li> <li>• Gravetter, F. J., &amp; Forzano, L. A. B. (2018). Research methods for the behavioral sciences. Cengage Learning.</li> <li>• Further topic-specific text books and selected research articles.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96310	<b>Image and Video Compression</b> (Image and video compression)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Image and Video Compression (1 SWS)	-
3	Lehrende	Andy Regensky	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Multi-Dimensional Sampling*</p> <p>Sampling theorem revisited, 2D sampling, spatiotemporal sampling, motion in 3D sampling</p> <p>*Entropy and Lossless Coding*</p> <p>Entropy and information, variable length codes, Huffman coding, unary coding, Golomb coding, arithmetic coding</p> <p>*Statistical Dependency*</p> <p>Joint entropy and statistical dependency, run-length coding, fax compression standards</p> <p>*Quantization*</p> <p>Rate distortion theory, scalar quantization, Lloyd-Max quantization, entropy coded scalar quantization, embedded quantization, adaptive quantization, vector quantization</p> <p>*Predictive Coding*</p> <p>Lossless predictive coding, optimum 2D linear prediction, JPEG-LS lossless compression standard, differential pulse code modulation (DPCM)</p> <p>*Transform Coding*</p> <p>Principle of transform coding, orthonormal transforms, Karhunen-Loève transform, discrete cosine transform, bit allocation, compression artifacts</p> <p>*Subband Coding*</p> <p>Principle of subband coding, perfect reconstruction property, discrete wavelet transform, bit allocation for subband coding</p> <p>*Visual Perception and Color*</p> <p>Anatomy of the human eye, sensitivity of the human eye, color spaces, color sampling formats</p> <p>*Image Coding Standards*</p>

		<p>JPEG and JPEG2000</p> <p>*Interframe Coding*</p> <p>Interframe prediction, motion compensated prediction, motion estimation, motion compensated hybrid coding</p> <p>*Video Coding Standards*</p> <p>H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2 / H.262, H.264 / MPEG-4 AVC, H.265 / MPEG-H HEVC</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• veranschaulichen die mehrdimensionale Abtastung und den Einfluss darauf durch Bewegung im Videosignal</li> <li>• unterscheiden und bewerten verschiedene Verfahren zur verlustfreien Codierung von Bild- und Videodaten</li> <li>• verstehen und analysieren Verbundentropie und statistische Abhängigkeiten in Bild- und Videodaten</li> <li>• berechnen skalare und vektorielle Quantisierer nach unterschiedlichen Optimierungsvorgaben (minimaler mittlerer quadratischer Fehler, entropiecodiert, eingebetteter Quantisierer)</li> <li>• bestimmen und evaluieren optimale ein- und zwei-dimensionale lineare Prädiktoren</li> <li>• wenden Prädiktion und Quantisierung sinnvoll in einem gemeinsamen DPCM-System an</li> <li>• verstehen das Prinzip und die Effekte von Transformations- und Teilbandcodierung für Bilddaten einschließlich optimaler Bitzuteilungen</li> <li>• beschreiben die Grundzüge der menschlichen visuellen Wahrnehmung für Helligkeit und Farbe</li> <li>• analysieren Blockschaltbilder und Wirkungsweisen hybrider Coder und Decoder für Videosignale</li> <li>• kennen die maßgeblichen internationalen Standards aus ITU und MPEG zur Bild- und Videokompression.</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• visualize multi-dimensional sampling and the influence of motion within the video signal</li> <li>• differentiate and evaluate different methods for lossless image and video coding</li> <li>• understand and analyze mutual entropy and statistical dependencies in image and video data</li> <li>• determine scalar and vector quantization for different optimization criteria (minimum mean square error, entropy coding, embedded quantization)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• determine and evaluate optimal one-dimensional and two-dimensional linear predictor</li> <li>• apply prediction and quantization for a common DPCM system</li> <li>• understand the principle and effects of transform and subband coding for image data including optimal bit allocation</li> <li>• describe the principles of the human visual system for brightness and color</li> <li>• analyze block diagrams and the functioning of hybrid coders and decoders for video signals</li> <li>• know the prevailing international standards of ITU and MPEG for image and video compression.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Modul Signale und Systeme II" und das Modul Nachrichtentechnische Systeme"
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	J.-R. Ohm, "Multimedia Communications Technology", Berlin: Springer-Verlag, 2004

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96260	<b>Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen</b> (Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (2 SWS) Übung: Übungen zu Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Heinrich Milosiu Albert-Marcel Schrotz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Heinrich Milosiu
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transceiver-Architekturen</li> <li>• Hochfrequenzaspekte</li> <li>• Transistoren und Technologien</li> <li>• Passive Bauelemente und Netzwerke</li> <li>• Rauscharme Vorverstärker</li> <li>• Mischer</li> <li>• Oszillatoren</li> <li>• Phasenregelschleifen und Synthesizer</li> <li>• Messtechnische Grundlagen</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Aufbau sowie Vor- und Nachteile von Transceiver-Architekturen zu verstehen</li> <li>• Hochfrequenzaspekte von Transistoren und Schaltungen zu analysieren</li> <li>• Geeignete Integrationstechnologien auszuwählen</li> <li>• Passive Bauelemente und Netzwerke zu verstehen und anzuwenden</li> <li>• Schaltungstopologien rauscharmer Vorverstärker, Mischer, Oszillatoren anzuwenden und zu analysieren</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44156	<b>Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio
5	<b>Inhalt</b>	<p>Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering</p> <p>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.</p> <p>Module: Electrophysiology Generation of an action potential; HodgkinHuxley 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.</p> <p>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.</p> <p>Module: Applications to Neurophysiology Neuronal encoding of behaviour; motor unit physiology in humans; motoneuron properties, longitudinal assessment of neuronal function.</p> <p>Module: MATLAB / Python practical coursework Extraction of neural information from electrophysiological signals; associations of information between electrophysiological signals and behavioural data; Experiment in humans.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	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 Parkinsons 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.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	No compulsory prerequisites. Recommended: Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich Oral examination
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%) Oral examination 100%
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD</li> <li>Motor unit from Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087</li> <li>Surface Electromyography, Physiology, Engineering, and Applications Edited by Roberto Merletti and Dario Farina</li> <li>Neural Engineering, Edited by Bin He</li> <li>Tutorial: Analysis of motor unit discharge characteristics from high-density surface EMG signals, Del Vecchio et al.</li> </ul> <p><a href="https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426">https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Restoring sensorimotor function through intracortical interfaces: progress and looming challenges, Bensmaia and Miller <a href="https://www.nature.com/articles/nrn3724">https://www.nature.com/articles/nrn3724</a></li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92730	<b>Kommunikationselektronik</b> (Communications electronics 1)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kommunikationselektronik (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Nives Berner Dr.-Ing. Jörg Robert Clemens Neumüller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Jörg Robert
5	<b>Inhalt</b>	<p>1. Einleitung</p> <p>2. Darstellung von Signalen und Spektren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuierliche und diskrete Signale</li> <li>• Spektrum eines Signals</li> <li>• Unterabtastung und Überabtastung</li> </ul> <p>3. Aufbau und Signale eines Software Defined Radio Systems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blockschaltbild eines Software Defined Radio Systems</li> <li>• Basisband- und Trägersignale</li> <li>• Empfänger-Topologien</li> <li>• Signale in einem Software Defined Radio System</li> </ul> <p>4. Drahtlose Netzwerke</p> <p>5. Übertragungsstrecke</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkstrecke</li> <li>• Antennen</li> </ul> <p>6. Leistungsdaten eines Empfängers</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rauschen</li> <li>• Nichtlinearität</li> <li>• Dynamikbereich eines Empfängers</li> </ul> <p>7. Digital Downconverter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CIC-Filter</li> <li>• Polyphasen-FIR-Filter</li> <li>• Halbband-Filterkaskade</li> <li>• Interpolation</li> </ul> <p>8. Demodulation digital modulierter Signale</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Demodulation einer GFSK/PAM-Paketsendung</li> </ul> <p>Das Modul Kommunikationselektronik behandelt Aspekte der Schaltungstechnik und der Signalverarbeitung drahtloser Übertragungssysteme, die als sog. "Software Defined Radio" Systeme</p>

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

		<p>7. Digital Down Converter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. CIC filter</li> <li>b. Polyphase FIR filter</li> <li>c. Halfband filter cascade</li> <li>d. Interpolation</li> </ul> <p>8. Demodulation of digital modulated signals</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Introduction</li> <li>b. Demodulation of a GFSK/PAM packet transmission</li> </ul> <p>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 receivers 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.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. Die Studierenden analysieren die Leistungsfähigkeit der analogen Komponenten eines SDR Systems und können Verfahren zur Optimierung dieser Komponenten selbständig anwenden.</li> <li>3. Die Studierenden analysieren die digitalen Verarbeitungsschritte ausgewählter Modulationsarten und können damit selbst die digitale Signalverarbeitung eines SDR Senders und Empfängers erschaffen.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ol>

		<p>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.</p> <p>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.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse im Bereich digitaler Signalverarbeitung werden vorausgesetzt
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Skriptum zur Veranstaltung im StudON verfügbar: <a href="https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_117973">https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_117973</a>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92290	<b>Kommunikationsnetze</b> (Communication networks)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Kommunikationsnetze (2 SWS) Vorlesung: Kommunikationsnetze (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Matthias Kränzler Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Hierarchische Strukturen von Netzfunktionen*</p> <p>OSI-Schichtenmodell, Kommunikation im OSI-Modell, Datenstrukturen, Vermittlungseinrichtungen</p> <p>* Datenübertragung von Punkt zu Punkt*</p> <p>Signalverarbeitung in der physikalischen Schicht, synchrones und asynchrones Multiplex, Verbindungsarten</p> <p>*Zuverlässige Datenübertragung*</p> <p>Fehlervorwärtskorrektur, Single-Parity-Check-Code, Stop-and-Wait-ARQ, Go-back-N-ARQ, Selective-Repeat-ARQ</p> <p>*Vielfachzugriffsprotokoll*</p> <p>Polling, Token Bus und Token Ring, ALOHA, slotted ALOHA, Carrier-Sensing-Verfahren</p> <p>*Routing*</p> <p>Kommunikationsnetze als Graphen, Fluten, vollständiger Baum und Hamilton-Schleife, Dijkstra-Algorithmus, Bellman-Ford-Algorithmus, statisches Routing mit Alternativen</p> <p>*Warteraumtheorie*</p> <p>Modell und Definitionen, Little's Theorem, Exponentialwarteräume, Exponentialwarteräume mit mehreren Bedienstationen, Halbexponentialwarteräume</p> <p>*Systembeispiel Internet-Protokoll*</p> <p>Internet Protokoll (IP), Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP)</p> <p>*Multimedianeetze*</p> <p>Klassifikation von multimedialen Anwendungen, Codierung von Multimediadaten, Audio- und Video-Streaming, Protokolle für</p>

		interaktive Echtzeit-Anwendungen (RTP, RTCP), Dienstklassen und Dienstgütegarantien
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen den hierarchischen Aufbau von digitalen Kommunikationsnetzen</li> <li>• unterscheiden grundlegende Algorithmen für zuverlässige Datenübertragung mit Rückkanal und beurteilen deren Leistungsfähigkeit</li> <li>• analysieren Protokolle für Vielfachzugriff in digitalen Kommunikationsnetzen und berechnen deren Durchsatz</li> <li>• unterscheiden Routingverfahren und berechnen optimale Vermittlungswege für beispielhafte Kommunikationsnetze</li> <li>• abstrahieren und strukturieren Warteräume in Kommunikationsnetzen und berechnen maßgebliche Kenngrößen wie Aufenthaltsdauer und Belegung</li> <li>• verstehen grundlegende Mechanismen für die verlustlose und verlustbehaftete Codierung von Mediendaten</li> <li>• kennen die maßgeblichen Standards des Internets für Sicherung, Vermittlung und Transport von digitalen Daten</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Kenntnisse über Grundbegriffe der Stochastik
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	M. Bossert, M. Breitbach, "Digitale Netze", Stuttgart: Teubner-Verlag, 1999

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96801	<b>Kommunikationsstrukturen</b> (Communication structures)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kommunikationsstrukturen (2 SWS) Übung: Übungen zu Kommunikationsstrukturen (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Jürgen Frickel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Jürgen Frickel
5	<b>Inhalt</b>	<p>Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Information und Kommunikation</li> <li>• Anwendungsgebiete - Kommunikation</li> </ul> <p><b>Strukturen und Eigenschaften von Kommunikationssystemen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Definitionen und Klassifikationen</li> <li>• Grundlegende Strukturen</li> </ul> <p><b>Protokolle und Schnittstellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen</li> <li>• Basis-Verfahren und Beispiele</li> <li>• TCP/IP-Protokol</li> <li>• Referenzmodell nach ISO/OSI</li> <li>• Sicherungsschicht/Data Link Layer (LLC und MAC)</li> <li>• Bitübertragungsschicht/Physical Layer</li> <li>• Übertragungsmedien</li> </ul> <p><b>Hardware in Kommunikationsstrukturen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HW-Architekturen und Funktionsblöcke</li> <li>• Digitale und Analoge Komponenten</li> <li>• Schaltungsdetails von Komponenten</li> </ul> <p><b>Grundlagen von Bussystemen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifikation</li> <li>• Funktionale Eigenschaften</li> <li>• Arbitrierungs-Verfahren</li> </ul> <p><b>Leitungsgebundene Anwendungen für Rechnersysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bus-Applikationen</li> <li>• Baustein-/IC-interne Busse (AMBA, FPI, ConTraBus, .)</li> <li>• Baugruppeninterne Busse (I2C, Chipsätze+Bridges, .)</li> <li>• Busse für Rechnersysteme (VME, ISA, PCI, PCIe, AGP, .)</li> <li>• Peripherie-Busse (ATA, IEC, USB, Firewire, Fibre Channel, Thunderbolt .)</li> </ul> <p><b>Leitungsgebundene Anwendungen in Systemen</b></p>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldkommunikation</li> <li>• Automobil, Luftfahrt, Space (CAN, MOST, LIN, MILBus, Spacewire .)</li> <li>• Industrie, Haustechnik (Profibus, EIB, .)</li> <li>• Weitverkehrsnetze</li> <li>• SDH, PDH, ATM,</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt die Konzepte und Verfahren vor allem drahtgebundener Kommunikationssysteme anzuwenden.</p> <p>2. Die Studierenden lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Kommunikationsprotokolle zu verstehen, und miteinander zu vergleichen.</p> <p>3. Desweiteren analysieren und klassifizieren Sie grundlegende Strukturen von leitungsgebundenen Kommunikationssystemen anhand ihrer funktionalen Eigenschaften.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96630	<b>Leistungselektronik</b> (Power electronics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Leistungselektronik (2 SWS) Vorlesung: Leistungselektronik (2 SWS) Tutorium: Leistungselektronik Tutorium (0 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Nikolai Weitz Madlen Hoffmann Prof. Dr. Martin März Stefanie Büttner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Eberle
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Grundlagen der Topologieanalyse*: Stationaritätsbedingungen, Strom-Spannungsformen, verbotene Schalthandlungen</p> <p>*Nicht-isolierende Gleichspannungswandler*: Grundlegende Schaltungstopologien, Funktionsweise, Dimensionierung</p> <p>*Isolierende Gleichspannungswandler*: Grundlegende Schaltungstopologien, Gleichrichterschaltungen, Transformatoren als Übertrager bzw. Energiespeicher</p> <p>*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</p> <p>*Passive Leistungsbaulemente*: Induktive Bauelemente (weichmagnetische Kernmaterialien, nichtlineare Eigenschaften, Kernverluste, Wicklungsverluste); Kondensatoren (Technologien und deren Anwendungseigenschaften, sicherer Arbeitsbereich, Brauchbarkeitsdauer, Impedanzverhalten)</p> <p>*Parasitäre Elemente*: Niederinduktive Aufbautechniken</p> <p>*Treiber- und Ansteuerschaltungen für Leistungshalbleiter*: Grundsaltungen zur Ansteuerung MOS-gesteuerter Bauelemente mit und ohne galvanische Isolation, Schaltungen zur Erhöhung von Störabstand und Treiberleistung, Ladungspumpe, Schutzbeschaltungen, PWM-Modulatoren</p> <p>*Gleichrichter und Leistungsfaktorkorrektur*: Phasen-/abschnittsteuerung, Netzstromverzerrungen, aktive Leistungsfaktorkorrektur, Gleichrichterschaltungen</p> <p>*Wechselrichter*: Netzgeführte Stromrichter, Zwei-/Dreipunktwechselrichter, Sinus-Dreieck- und Raumzeigermodulation</p>

6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktionsprinzipien leistungselektronischer Basistopologien mit und ohne galvanische Isolation erklären,</li> <li>• einfache leistungselektronische Wandler analysieren und die für ein Systemdesign relevanten elektrischen und thermischen Parameter berechnen,</li> <li>• die grundlegenden Eigenschaften verschiedener Schaltungslösungen erklären und diskutieren,</li> <li>• die Vor- und Nachteile verschiedener Bauteiltechnologien in einer leistungselektronischen Schaltung bewerten,</li> <li>• einfache leistungselektronische Wandler entwerfen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>[1] Franz Zach: Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-04898-3</p> <p>[2] Schröder D., Marquardt R.: Leistungselektronische Schaltungen. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-662-55324-4</p> <p>[3] Joachim Specovius: Grundkurs Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-03308-8</p> <p>[4] Ulrich Schlienz: Schaltnetzteile und ihre Peripherie. Vieweg, ISBN 3-528-03935-3</p> <p>[5] Albach M.: Induktivitäten in der Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-15080-8</p> <p>[6] Tursky W., Reimann T., et al.: Applikationshandbuch Leistungshalbleiter. Semikron, ISBN 978-3-938843-56-7</p> <p>[7] Volke A., Hornkamp M.: IGBT Modules. Infineon, ISBN 978-3-00-040134-3</p>

[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

1	<b>Modulbezeichnung</b> 122337	<b>Magnetic Resonance Imaging</b> (Magnetic resonance imaging)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Magnetic Resonance Imaging 1 - Übung (2 SWS) Vorlesung: Magnetic Resonance Imaging 1 (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun Prof. Dr. Armin Michael Nagel Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun	
5	<b>Inhalt</b>	In this module, the physical and technical basics of MRI are taught in detail. The principles of data acquisition are explained and various examples are shown. Imperfections in the data acquisition lead to image artifacts that cannot be avoided in all cases. Strategies for detecting and avoiding image artifacts are explained. One of the great strengths of MRI in medical diagnostics is the ability to acquire images with different contrasts. The origin of the frequently used T1 and T2 weighted image contrasts is discussed in detail. Various MRI sequence techniques are also discussed."	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The participants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the principles, properties and limits of basic MRI techniques</li> <li>• develop the ability to choose an appropriate basic MRI sequence and to set up the corresponding sequence parameters for a range of basic applications</li> <li>• are able to explain MRI techniques, algorithms and concepts of the lecture to other engineers.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 568977	<b>Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung</b> (Magnetic resonance imaging 2 + exercise)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Magnetic Resonance Imaging 2 (2 SWS) Übung: Magnetic Resonance Imaging 2 - Übung (0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Armin Michael Nagel Prof. Dr. Frederik Bernd Laun	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In der Vorlesung werden fortgeschrittene Techniken der Magnetresonanztomographie (MRT) erklärt. Vorausgesetzt werden Kenntnisse über Grundlagen des Gebietes, wie sie z.B. in der Vorlesung Magnetic resonance imaging 1" behandelt werden (Blochgleichungen, T1- und T2-Wichtung, Schichtselektion, k-Raum-Kodierung). U.a. folgende Themen werden behandelt: Echoplanare Bildgebung; Bildgebung des Flusses, der Perfusion, der Diffusion, der magnetischen Suszeptibilität; funktionelle MRT; Ultrahochfeld-MRT; CEST-Bildgebung; MRT-Technik; Beschleunigungsverfahren, z.B. parallele Bildgebung; Angiographie; Bewegungskompensation.</p> <p>The lecture covers advanced topics in magnetic resonance imaging (MRI). Knowledge about the basic principles of MRI are required as they are covered in the lecture Magnetic Resonance Imaging 1" (Bloch equations, T1 and T2 weighting, slice selection, k-space encoding). I.a. the following topics will be treated: echo planar imaging; imaging of flow, perfusion, diffusion, magnetic susceptibility; functional MRI; ultrahigh field MRI; chemical exchange saturation transfer imaging; MRI technique; acceleration methods, e.g. parallel imaging; angiography; motion compensation.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The participants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the principles, properties and limits of advanced MRI techniques</li> <li>• develop the ability to adapt basic principles of MRI to advanced MRI techniques</li> <li>• are able to explain MRI techniques, algorithms and concepts of the lecture to other engineers.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur 120 min	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96030	<b>Medizinelektronik</b> (Medical electronics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Medizinelektronik - Übung / Medical Electronics Exercises (2 SWS) Vorlesung: Medizinelektronik - Medical Electronics (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Kurin Dr. Jens Kirchner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Jens Kirchner	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The Lecture and exercise deals with the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electronics for medical diagnostics and therapy</li> <li>• Challenges for medical engineering from demographic development and epidemiology of common diseases</li> <li>• Concepts for chronic disease management and elderly care</li> <li>• Regulatory framework of circuit design for medical devices</li> <li>• Circuit design of standard medical equipment ECG, EEG, EMG, SpO2</li> <li>• Sensor principles and circuit design for biosignal acquisition</li> <li>• Analog-digital balance</li> <li>• Energy management for medical devices</li> <li>• Body near energy harvesting</li> <li>• Health data transmission</li> <li>• Electronic systems for ambient assisted living (AAL)</li> <li>• Circuit technology for lab-on-chip and microelectromechanical systems (MEMS)</li> <li>• Circuit technology for implants and wearable systems</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students will gain</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Substantial knowledge on principles of circuit design for medical electronic devices</li> <li>• Substantial knowledge on circuit design for standard medical devices, e.g. ECG, EEG, EMG</li> <li>• Substantial knowledge on design of medical sensors</li> <li>• Substantial knowledge on system design for health assistance systems, wearable medical devices and implants</li> <li>• Ability to analyze circuit diagrams of medical electronic devices</li> <li>• Ability to separate medical electronic devices into their subfunctions</li> <li>• Ability to analyze energy budget of medical devices, particularly wearable systems</li> <li>• Basic ability to design electronic circuits to comply with regulatory requirements</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Completion of the modules "Circuit design" ("Schaltungstechnik") or "Electronics and circuit design" ("Elektronik und Schaltungstechnik") is recommended before attending the course.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182	



		Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92390	<b>Photonik 1</b> (Photonics 1)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Photonik 1 Übung (2 SWS) Vorlesung: Photonik 1 (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Max Köppel Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Grundlagen der Physik des Lasers darlegen.</li> <li>• verstehen Eigenschaften und Beschreibungsmethoden von laseraktiven Medien, der stimulierte Strahlungsübergänge, der Rategleichungen, von optischen Resonatoren und von Gauß-Strahlen.</li> <li>• können verschiedene Lasertypen aus dem Bereichen Gaslaser, Festkörperlaser und Halbleiterlaser erklären und vergleichen.</li> <li>• können grundlegende Eigenschaften von Lichtwellenleiter und Lichtwellenleiterbauelementen erklären und skizzieren.</li> <li>• verstehen Aufbau und Funktionsweise ausgewählter optoelektronischer Bauelemente.</li> <li>• 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.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Empfohlen werden Kenntnisse im Bereich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentalphysik, Optik</li> <li>• Elektromagnetische Felder</li> <li>• Grundlagen der Elektrotechnik</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2010.</p> <p>Reider, G.A.: Photonik. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.</p> <p>Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 2004.</p> <p>Saleh, B., Teich, M.C.: Grundlagen der Photonik. 2. Auflage, Wiley-VCH 2008.</p> <p>Träger, F. (Editor): Springer Handbook of Lasers and Optics, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96350	<b>Photonik 2</b> (Photonics 2)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Photonik 2 (2 SWS) Übung: Photonik 2 Übung (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß Max Köppel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Aufbauend auf "Photonik 1" werden fortgeschrittene Verfahren der Laser-Messtechnik, komplexe Laser-Systeme sowie deren technische Anwendungen besprochen.</p> <p>In einem ersten Themenkomplex werden Messverfahren für praktisch wichtige Laserkenngrößen wie z.B. Laserstrahlleistung, Polarisationszustand und Spektrum der Lichtwelle behandelt. Anschließend wird die räumliche und zeitliche Kohärenz eines Laserstrahls diskutiert. Dies ist die Grundlage für interferometrische Messverfahren zur Bestimmung von Lichtwellenlängen und hochaufgelösten optischen Spektren oder auch für mechanische Größen wie Weg und Winkelbeschleunigung.</p> <p>Rauschquellen in photonischen Systemen werden beschrieben und diskutiert. Wichtige Maßnahmen zur Reduktion von Rauschen in optischen Aufbauten werden vorgestellt.</p> <p>Optische Verstärker auf Glasfaserbasis, sog. Faserverstärker und darauf aufbauende Faserlaser werden in einem eigenen Kapitel vorgestellt. Faser-Bragg-Gitter als wichtige Bestandteile eines Faserlasers werden in Herstellung und Anwendung. U.a. in der Messtechnik diskutiert.</p> <p>Zeitlich dynamische Vorgänge im Laser, beschrieben durch die so genannten Ratengleichungen und deren Lösung, werden ausführlich behandelt. Begriffe wie Spiking oder Relaxationsschwingungen und Verfahren wie Mode-Locking oder Q-Switching werden besprochen. Daraus wird die Funktion und die technische Anwendung von Lasern zur Erzeugung von energiereichen Lichtimpulsen bis hin zu sogenannten Femtosekundenlasern abgeleitet.</p> <p>Das Themengebiet der optischen Frequenzumsetzung wird mit einem Kapitel zur linearen und nichtlinearen Optik eingeleitet. Technische Anwendungen wie optische Frequenzverdoppelung, Erzeugung von UV-Licht durch Frequenzvervielfachung werden darauf aufbauend besprochen. Ein Kapitel zum Raman-Effekt und zur stimulierten Brillouin-Streuung sowie deren Anwendung schließt den Inhalt ab.</p> <p>Methoden und Systeme aus "Photonik 2" 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.</p>	

6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen spezialisiertes und vertieftes Wissen über Laser und den in den Inhalten beschriebenen photonischen Systemen und Methoden.</li> <li>• können die im Inhalt beschriebenen fortgeschrittenen Methoden der Photonik erklären und anwenden.</li> <li>• können technische und wissenschaftliche Anwendungen dieser photonischen Systeme diskutieren, beurteilen und vergleichen.</li> <li>• sind in der Lage, derartige photonische Systeme zu konzipieren und zu entwickeln.</li> <li>• können eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher und beruflicher Probleme der Photonik entwickeln.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Photonik 1 oder vergleichbare Grundlagen der Photonik und Lasertechnik.</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. Springer Verlag, Berlin 2006.</p> <p>Reider, G.A.: Photonik. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2005.</p> <p>Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 1993.</p> <p>Demtröder, W: Laserspektroskopie. Springer Verlag, Berlin 2000.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96410	<b>Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik</b> (Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (2 SWS) Vorlesung: Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (2 SWS)	-  5 ECTS
3	Lehrende	Victor Shatov Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi Maximilian Lübke Maximilian Lübke	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkkanaleigenschaften</li> <li>• Modellierung</li> <li>• Modulation, Codierung, Vielfachzugriff</li> </ul> <p>Fahrzeugkommunikationssysteme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragungssysteme für die Fahrassistenz</li> <li>• Car-to-Car und Car-to-X-Kommunikation</li> <li>• Breitbandige In-Car-Datenübertragung</li> </ul> <p>Fahrzeugsensorik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugortung (lokal und global)</li> <li>• Automobilradar und Umfeldüberwachung</li> <li>• Sensorische Erfassung von Bioparametern im Fahrzeug</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul in der Lage:</p> <p>Funkkanaleigenschaften und Modelle für spezifische Anwendungs- und Betriebsszenarien anzuwenden</p>	

		<p>Modulationstechniken zu erläutern und zu analysieren</p> <p>Moderne Codierungs- und Vielfachzugriffstechniken zu erläutern</p> <p>Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugkommunikationssystemen zu erläutern und zu analysieren</p> <p>Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugsensoriksystemen zu erläutern und zu analysieren</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

# M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL)



1	<b>Modulbezeichnung</b> 96700	<b>Angewandte Elektromagnetische Verträglichkeit</b> (Applied electromagnetic compatibility)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Angewandte EMV (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Daniel Kübrich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Jeannette Konhäuser Dr.-Ing. Daniel Kübrich
5	<b>Inhalt</b>	Es werden die Lerninhalte der Vorlesungen Elektromagnetische Verträglichkeit und EMV-Messtechnik mithilfe von Fallstudien vertieft. Zu diesem Zweck werden verschiedene handelsübliche Geräte unter EMV-Gesichtspunkten analysiert. Die erzeugten Emissionen werden messtechnisch erfasst, mit vorgeschriebenen Grenzwerten verglichen und die durchgeführten Entstörmaßnahmen werden im Hinblick auf ihren Aufwand und ihre Wirksamkeit diskutiert.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Ursachen für die Entstehung der EMV-Probleme zu bewerten,</li> <li>• Probleme bei den EMV-Messungen zu analysieren und Lösungen zu deren Behebung zu entwickeln,</li> <li>• geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der Störpegel und zur Erhöhung der Störfestigkeit zu entwickeln.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Voraussetzung: Modul EMV
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96040	<b>Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen</b> (Analysis and design of electrical machines)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Shima Tavakoli Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Ziel:*</p> <p>Die Studierenden sind nach Teilnahme an dem Modul in der Lage, die grundsätzlichen Methoden zur Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen anzuwenden,</p> <p>vorgegebene Magnetkreise elektrischer Maschinen zu analysieren und zu bewerten, sowie die aktiven Baugruppen und Bauteile einer elektrischen Maschine zu entwickeln.</p> <p>*Aim:*</p> <p>After the participation in the module the students are able to apply the basic concepts and methods of the calculation and design of electrical machines,</p> <p>to analyze and to evaluate some given magnetic circuits, and to create the active parts of an electrical machine.</p> <p>*Inhalt:*</p> <p>Berechnungsmethoden:</p> <p>Physikalische Vorgänge in elektrischen Maschinen; Maxwellsche Gleichungen in integraler und differentieller</p> <p>Form; Mechanismen der Krafterzeugung; einfaches Spulenmodell als elektrische Elementarmaschine; Wicklungsanalyse;</p> <p>Wicklungsentwurf; Nutenspannungsstern; Magnetkreisanalyse; magnetisches Netzwerk; magnetische</p> <p>Widerstände und Leitwerte; Streuleitwerte; Finite-Differenzen-Methode; Finite-Elemente-Methode; Thermisches</p> <p>Verhalten;</p> <p>Entwurf und Auslegung:</p>

		<p>Strombelag; Luftspaltflussdichte; Kraftdichte; Entwurfsmodell für elektrische Maschinen; Wachstumsgesetze;</p> <p>Auslegung elektrischer Maschinen; Analytisch-numerische Methoden; Optimierungsmethoden</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundsätzlichen Methoden zur Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen anzuwenden und das dynamische, sowie stationäre Betriebsverhalten elektrischer Maschinen vorauszusagen,</li> <li>• vorgegebene Magnetkreise und Wickelschemata elektrischer Maschinen zu untersuchen, vergleichend gegenüberzustellen und hinsichtlich der Auswirkungen auf die Betriebseigenschaften der elektrischen Maschine zu charakterisieren. Sie können für spezielle Vorgaben an das Betriebsverhalten geeignete Magnetkreisstrukturen und Wickelschemata auswählen,</li> <li>• gegebene aktive Bauteile und Baugruppen in elektrischen Maschinen bezüglich deren Einfluss auf das zu erwartende Betriebsverhalten zu bewerten und sich ggfs. für eine gezielte Modifikation der Bauteile und Baugruppen zu entscheiden,</li> <li>• die elektromagnetischen Bauteile und Baugruppen elektrischer Maschinen selbständig zu konzipieren, im Detail auszuarbeiten und zu entwickeln, um gegebene Anforderungen an das Betriebsverhalten der elektrischen Maschine zu erfüllen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Vorlesung: Elektrische Maschinen I</p> <p>Übung: Elektrische Maschinen I</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Vorlesungsskript

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96381	<b>Bildgebende Radarsysteme</b> (Imaging radar systems)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Bildgebende Radarsysteme Übung (2 SWS) Vorlesung: Bildgebende Radarsysteme (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Ingrid Ullmann Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	<b>Inhalt</b>	<p>In vielen sehr aktuellen Innovationsfeldern wie etwa im Bereich der der Robotik / fahrerlose Systeme, der Kfz-Sensorik, der Sicherheitstechnik, der Fernerkundung und Umwelttechnik, der Medizin oder im Bereich "Internet der Dinge" spielen bildgebende Hochfrequenzsysteme eine zentrale Rolle. Bildgebende Hochfrequenzsysteme erfassen die Umwelt - was die Basis für jegliche autonome und flexible Entscheidungen ist - und sie können Erkenntnisse über visuell nicht zugängliche Strukturen gewinnen. Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse im zuvor genannten Themengebiet. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden die physikalischen Grundlagen, die Systemtheorie, Verfahren und Konzepte, Auswerteprozesse, Bildgebungsalgorithmen und Anwendungsmöglichkeiten moderner bildgebender Hochfrequenzsysteme erläutern, anwenden und reflektieren. Im Vordergrund stehen bildgebende aktive und passive Radarverfahren basierend auf realen und synthetischen Aperturen. Das Modul umfasst die folgenden Kapitel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Systemtheorie bildgebender Hochfrequenzsysteme</li> <li>• Radartechnik</li> <li>• Direkt abbildende Verfahren und Systeme</li> <li>• Synthetic Aperture Radar (SAR)</li> <li>• Polarimetrie</li> <li>• Radiometrische Bildgebung</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über bildgebende aktive und passive Radarverfahren basierend auf realen und synthetischen Aperturen und können diese gegenüberstellen, charakterisieren und aufgabenbezogen auswählen;</li> <li>• können die physikalischen Grundlagen, die Systemtheorie, Verfahren und Konzepte, Auswerteprozesse, Bildgebungsalgorithmen und Anwendungsmöglichkeiten moderner bildgebender Hochfrequenzsysteme erläutern, anwenden und diskutieren;</li> <li>• können die physikalischen Möglichkeiten und Grenzen bei der Erfassung und Erkennung von Strukturen / Objekten einschätzen und in der Praxis überprüfen;</li> <li>• sind in der Lage, Systemabschätzungen vorzunehmen und die Einsetzbarkeit von Radarsystemen in den Bereichen Diagnose / Subsurface Sensing, Nahbereichsabbildung und</li> </ul>

		Fernerkundung zu bewerten sowie eigene Systemkonzepte auszuarbeiten und zu gestalten.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten</li> <li>• Hochfrequenztechnik</li> <li>• Signale und Systeme</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	"Sensors for Ranging and Imaging", Graham Brooker, Scitech Publishing Inc. 2009.  "Radar mit realer und synthetischer Apertur", H. Klausing, W. Holpp, Oldenbourg 1999.  "Radar Handbook", Meril I. Skolnik, McGraw-Hill 2008.  "Introduction to Subsurface Imaging", Bahaa Saleh, Cambridge 2011.  "Microwave Radiometer Systems", Niels Skou, David Le Vine, 2nd ed., Artech House 2006.  "Digital Image Processing", Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Prentice Hall 2007.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47590	<b>Bildgebende Verfahren in der Medizin</b> (Medical imaging techniques)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96312	<b>Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung</b> (Image, video and multidimensional signal processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Punktoperationen*</p> <p>Histogrammausgleich, Gamma-Korrektur</p> <p>*Binäroperationen*</p> <p>Morphologische Filter, Erosion, Dilatation, Opening, Closing</p> <p>*Farbräume*</p> <p>Trichromat, RGB- Farbraum, HSV-Farbraum</p> <p>*Mehrdimensionale Signale und Systeme*</p> <p>Theorie mehrdimensionaler Signale und Systeme, Impulsantwort, lineare Bildfilterung, Leistungsspektrum, Wiener Filter</p> <p>*Interpolation von Bildsignalen*</p> <p>Bilineare Interpolation, Bicubische Interpolation, Spline Interpolation</p> <p>*Merkmalsdetektion in Bildern*</p> <p>Bildmerkmale, Kantendetektion, Hough Transformation, Harris Ecken Detektor, Texturmerkmale, Grauwertematrix</p> <p>*Skalierungsraumdarstellung*</p> <p>LoG, DoG, SIFT, SURF</p> <p>*Bildabgleich*</p> <p>Projektive Abbildungen, Blockabgleich, Optischer Fluss, Merkmalsbasierter Abgleich mittels SIFT und SURF, RANSAC</p> <p>*Bildsegmentierung*</p> <p>Amplituden Schwellenwertermittlung, K-Means Clustering, Bayes Klassifikation, Regionen-basierte Segmentierung, kombinierte Segmentierung und Bewegungsschätzung, zeitliche Segmentierung von Videos</p>

\*Bildverarbeitung im Transformationsbereich\*

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

\*Content:\*

\*Point operations\*

Histogram equalization, gamma correction

\*Binary operations\*

Morphological filters, erosion, dilation, opening, closing

\*Color spaces\*

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

\*Multidimensional signals and systems\*

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

\*Interpolation of image signals\*

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

\*Image feature detection\*

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

\*Scale space representation\*

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

\*Image matching\*

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

\*Image segmentation\*



		<p>Amplitude thresholding, k-means clustering, Bayes classification, region-based segmentation, combined segmentation and motion estimation, temporal segmentation of video</p> <p>*Transform domain image processing*</p> <p>Unitary transform, Karhunen-Loeve transform, separable transform, Haar and Hadamard transform, DFT, DCT</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen Punktoperationen an Bilddaten und Gamma-Korrektur</li> <li>• testen die Wirkung von Rangordnungs- und Medianfiltern an Bilddaten</li> <li>• unterscheiden und bewerten verschiedene Farbräume für Bilddaten</li> <li>• erklären das Prinzip der zwei-dimensionalen linearen Filterung für Bildsignale</li> <li>• berechnen und bewerten die zweidimensionale diskrete Fourier-Transformierte eines Bildsignales</li> <li>• bestimmen vergrößerte diskrete Bildsignale mit Methoden der bilinearen und Spline-Interpolation</li> <li>• überprüfen Bilddaten auf ausgewählte Textur-, Kanten- und Bewegungsmerkmale</li> <li>• analysieren Bild- und Videodaten auf Merkmale in unterschiedlichen Scale-Spaces</li> <li>• erläutern und beurteilen Methoden für das Matching von Bilddaten</li> <li>• segmentieren Bilddaten durch Programmierung von einfachen Klassifikations- oder Clustering-Verfahren</li> <li>• verstehen das Prinzip von Transformation auf Bilddaten und können diese an Beispielen anwenden.</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand point operations for image data and gamma correction</li> <li>• test the effects of rank order and median filters for image data</li> <li>• evaluate and differentiate between different color spaces for image data</li> <li>• explain the principle of two-dimensional linear filtering for image signals</li> <li>• calculate and evaluate the two-dimensional discrete Fourier transform of an image signal</li> <li>• determine enlarged discrete image signals by bi-linear and spline interpolation</li> <li>• verify image data for selected texture, edge and motion features</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• analyze image and video data for features in different scale spaces</li> <li>• explain and evaluate methods for the matching of image data</li> <li>• segment image data by implementing basic classification and clustering methods</li> <li>• understand the principle of transformations on image data and apply them exemplarily</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorlesung Signale und Systeme I und II
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	J.-R. Ohm:  Multimedia Content Analysis , Springer, 2016  J. W. Woods:  Multidimensional Signal, Image, and Video Processing and Coding , Academic Press, 2 <sup>nd</sup> edition, 2012

1	<b>Modulbezeichnung</b> 816185	<b>Body Area Communications</b> (Body area communications)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Body Area Communications (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Benedict Scheiner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Contents:</p> <p>The Lecture and exercise deals with the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Body Area Communications</li> <li>• Electromagnetic Characteristics of Human Body</li> <li>• Electromagnetic Analysis Methods</li> <li>• Body Area Channel Modeling</li> <li>• Modulation/Demodulation</li> <li>• Body Area Communication Performance</li> <li>• Electromagnetic Compatibility Consideration</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Learning objectives</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students understand the challenges in designing Body Area Communication (BAC) systems</li> <li>• Students can conduct basic design decisions with BAC systems, like frequency and modulation selection</li> <li>• Students understand electromagnetic wave propagation in bodies</li> <li>• Students understand the frequency dependent loss and propagation behavior of electromagnetic waves</li> <li>• Students can analyze the communication performance of a BAC system</li> <li>• Students can evaluate Electromagnetic Compatibility of a BAC system</li> <li>• Students can assess the field strength inside body and relate it to regulatory limits like SAR (Specific Absorption rate), frequency dependent maximum electrical and magnetic field strength</li> <li>• Students can sketch block diagrams of BAC systems</li> <li>• Students can derive channel models for BAC</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96838	<b>Computational Medicine I</b> (Computational Medicine I)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Medicine I (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Stefan Kniesburges Dr.-Ing. Marion Semmler Prof. Dr. Michael Döllinger	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Döllinger Ute Katz	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung vermittelt die Anwendung von computergestützten experimentellen und numerischen Methoden auf dem Gebiet der Stimmforschung. Es wird gezeigt, wie im Ingenieursstudium erlernte Methoden und Techniken in der medizinischen/klinischen Forschung zur Anwendung kommen. Dies wird anhand des Stimmentstehungsprozesses dargestellt, der strömungs- und strukturmechanische sowie akustische Aspekte umfasst. Die große Herausforderung in der Stimmforschung ist dabei, dass der Stimmentstehungsprozess am lebenden Menschen nur sehr eingeschränkt untersucht werden kann, da im menschlichen Kehlkopf Messsonden und Sensoren nur sehr schwer oder überhaupt nicht platziert werden können.</p> <p>Aus diesem Grund werden in dieser Vorlesung neben der Vermittlung der relevanten Physiologie und Anatomie, experimentelle und numerische Modellierungsstrategien, visuelle und Laser-gestützte Techniken zur in vivo Visualisierung der Stimmlippenschwingung und kombinierte experimentell-numerische Methoden zur Analyse des Fluid-Struktur-Akustik-gekoppelten Prozesses erarbeitet. Hierbei werden folgende Techniken und Methoden vermittelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Endoskopietechniken auf Basis digitaler Hochgeschwindigkeitskameras</li> <li>2) Digitale Bildverarbeitung und –analyse: klassische und moderne Deep Learning Verfahren</li> <li>3) 3D Laserstützte Highspeed-Visualisierung der Stimmlippenschwingung</li> <li>4) Entwicklung von klinischen Diagnostik- und Analysetechniken zur objektiven Beurteilung von Pathologien</li> <li>5) Numerische Modellierung der Stimmlippendynamik mit Massenmodellen und Finiten Elementen</li> <li>6) Numerische Simulation der Kehlkopfströmung und der Interaktion mit den Stimmlippen</li> <li>7) Numerische Simulation der Schallentstehung auf Basis der Kehlkopfströmung</li> <li>8) Experimentelle Modellierung des Kehlkopfes: synthetische und exzidierte Kadaver-Modelle</li> <li>9) Optimierungsverfahren zur multimodalen Analyse von klinischen Hochgeschwindigkeitsaufnahmen mittels numerischer Stimmlippenmodelle</li> <li>10) Analyse und Bearbeitung generierter Daten</li> </ol>	

		<p>The lecture communicates the application of computer controlled experimental and numerical methods in the area of physiological and pathological speech communication and speech production. It is communicated how learned theory and learned methods can be applied in medical and clinical oriented research. The main focus is on the process of voice production with its complex physical fluid-structure-acoustic interactions (FSAI). The challenge in clinical routine is the limited accessibility of the larynx where the sound is actually produced. This limited access makes it very difficult to place sensors and measurement tools directly in the living human.</p> <p>Hence, the lecture (1) briefly communicates relevant physiology and anatomy being requisite to actually understand the problem. (2) Experimental and numerical model strategies, visual and laser based techniques for visualization and (3) experimental / numerical methods for analysis of the fluid-structure-acoustic interaction are communicated. This includes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Imaging by High-speed-video endoscopy (&gt;4000 fps)</li> <li>2) Image processing and image analysis: classical approaches and machine learning based</li> <li>3) 3D laser based high-speed visualization</li> <li>4) Development of clinical diagnostic approaches for quantitative judgement of disorders</li> <li>5) Numerical modelling of laryngeal dynamics by lumped-mass and 3D-FVM models</li> <li>6) Numerical simulation of laryngeal airflow and interaction with the vocal folds</li> <li>7) Numerical simulation of generated acoustics</li> <li>8) Experimental model of laryngeal processes using synthetic and ex-vivo cadaver models</li> <li>9) Parameter optimization of numerical models towards real laryngeal dynamics</li> <li>10) How to analyse generated data</li> </ol>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden verstehen das systematische Vorgehen beim Erstellen und Verarbeiten von medizinischen Daten im Bereich der Grundlagen- und klinischen Forschung.</p> <p>The systematic process chain including generation, simulations, analysis and interpretation of multi-modal based data (clinical/experimental/numerical) within basic and clinical research will be communicated.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	-
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5;4;6;7;8;9;10

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich Mündliche Prüfung, 100%  Oral, 100%
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 914513	<b>FPGA-Entwurf mit VHDL</b> (FPGA Design with VHDL)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Hardware-Beschreibungssprache VHDL (2 SWS) Praktikum: Praktikum Digitaler ASIC-Entwurf (Blockpraktikum) (3 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Jürgen Fricke	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Jürgen Fricke
5	<b>Inhalt</b>	<p>Vorlesung mit integrierter Rechnerübung zur Syntax und zur Anwendung der Hardware-Beschreibungssprache VHDL (Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language) nach dem Sprachstandard IEEE 1076-1987 und 1076-1993, Anwendung von VHDL zum Entwurf von FPGAs in der Praxis.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzepte und Konstrukte der Sprache VHDL</li> <li>• Beschreibung auf Verhaltens- und Register-Transfer-Ebene</li> <li>• Simulation und Synthese auf der Gatterlogik-Ebene</li> <li>• Verwendung professioneller Software-Tools (Xilinx Vivado)</li> <li>• Vorlesung mit integrierten Rechner-Übungen (Labs)</li> <li>• Kursmaterial ist englisch-sprachig, die Vorlesungssprache deutsch</li> </ul> <p>Zielgruppe sind Hörer aller Fachrichtungen, die sich mit dem Entwurf, Simulation und Synthese digitaler Systeme und Schaltungen beschäftigen wollen.</p> <p>Im zu absolvierenden Praktikum wird jeweils in Zweiergruppen eine komplexe digitale Schaltung für ein FPGA entworfen, Entwurfsziel sind hardware- und grafikorientierte Anwendungen, die ohne Prozessor/ Software als reine Hardware-Lösung entwickelt und realisiert werden müssen.</p> <p>Hierzu müssen die Teilnehmer zu Beginn eine rudimentär vorgegebene Systemspezifikation analysieren, verbessern und verfeinern, eine Systemidee entwickeln, das geplante System partitionieren und auf Module aufteilen. Die angestrebten Lösungen werden in regelmässigen Kurzvorträgen mit der Gesamtgruppe diskutiert.</p> <p>Die in der Hardware-Beschreibungssprache VHDL entworfenen Module können dann mit Hilfe des Entwurfswerkzeugs (aktuell: XILINX Vivado) spezifiziert, simuliert, verifiziert und abschließend für die Ziel-Hardware synthetisiert werden.</p> <p>Hierbei ist außer der Schnittstellenproblematik zwischen den Modulen auch der Aspekt des simulations- und testfreundlichen Entwurfs zu beachten.</p>



		<p>Mit einer vorhandenen FPGA-Testumgebung (Evaluation/Education Board) wird der Funktions- und Systemtest auf realer Hardware durchgeführt.</p> <p>Nach der Verifikation und Zusammenschaltung aller Module erfolgt ein abschließender Funktionstest und Bewertung (Größe, Geschwindigkeit, Funktionsumfang, Effizienz, etc.) der Schaltung in Form einer Demonstration vor der Gesamtgruppe.</p> <p>Zielgruppe sind Studierende des Masterstudienganges Medizintechnik mit dem Schwerpunkt Medizinelektronik, die sich mit dem Entwurf, der Simulation und der Realisierung digitaler Systeme und Schaltungen als FPGA beschäftigen wollen.</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p><b>Fachkompetenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen</li> </ul> <p>Die Studierenden können Begriffe und Definitionen einer Hardware-Beschreibungssprache (hier VHDL) darlegen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen</li> </ul> <p>Die Studierenden verstehen den Zusammenhang bzw. die Transformation zwischen einer Hardware-Struktur und deren Abbildung in einer Hardware-Beschreibungssprache in beiden Richtungen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwenden</li> </ul> <p>Die Studierenden setzen die erlernte Hardware-Beschreibungssprache VHDL in ihrem vollen Umfang zur Spezifikation und Implementierung eines komplexen, digitalen Systems ein.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysieren</li> </ul> <p>Die Studierenden klassifizieren ein gewünschtes Systemverhalten, strukturieren dieses in Teilmodule, und realisieren die Teilmodule bzw. das System in der Hardware-Beschreibungssprache.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluieren (Beurteilen)</li> </ul> <p>Die Studierenden diskutieren und bewerten im Rahmen von Kurzvorträgen eigene und fremde Lösungsvorschläge zum Systementwurf, vergleichen diese nach eigenen Kriterien, und wählen dann hiermit die besten Lösungen zur Realisierung aus.</p> <p>Die Studierenden bewerten nach Fertigstellung des Systementwurfs nach verschiedenen Kriterien (Größe, Geschwindigkeit=längster Pfad, Performance, Ästhetik, Code-Qualität) ihre und die anderen Entwürfe.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erschaffen</li> </ul>

		<p>Wegen der sehr knappen Auslegung der gegebenen Spezifikation der Systembeschreibung konzipieren die Studierenden ganz eigene, individuelle Lösungen für die Funktionsmodule und das Gesamtsystem.</p> <p><b>Lern- bzw. Methodenkompetenz</b></p> <p>Die theoretischen Inhalte der Sprache können durch Einsatz eines Simulations- und Synthesewerkzeuges im praktischen Einsatz selbständig verifiziert und deren Verständnis vertieft werden.</p> <p>Die Studierenden erlernen die Methodik zur Transformation einer Systemidee in eine digitale Realisierung.</p> <p><b>Sozialkompetenz</b></p> <p>Studierende erlernen, Problemstellungen in Gruppenarbeit gemeinsam zu lösen.</p> <p>Die Studierenden erarbeiten ihre Lösungen in Zweiergruppen und erläutern bzw. verteidigen diese in Kurzvorträgen gegenüber der Gesamtgruppe.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Frickel J.; Skript der LV "Hardware-Beschreibungssprache VHDL"</p> <p>Xilinx; Handbuch Xilinx Vivado</p> <p>Lehmann G.; Wunder B.; Selz M.: Schaltungsdesign mit VHDL. Poing Franzis 1994</p>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 96101	<b>Integrierte Navigationssysteme</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Integrierte Navigationssysteme (1 SWS) Vorlesung: Integrierte Navigationssysteme (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Jörn Thielecke	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Jörn Thielecke	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>1. Überblick</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Von der Astronavigation zur Navigation mit Mikroelektronik</li> <li>• Messprinzipien &amp; Positions Berechnung (Standlinien/-flächen)</li> <li>• Begriffsdefinitionen (s. US Federal Radionavigation Plan), Genauigkeit, Verfügbarkeit, Verlässlichkeit, Integrität, etc.</li> <li>• Systematische Strukturierung des Gebiets: siehe 2. bis 7.</li> </ul> <p><b>2. Positions- und Lagebestimmung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkausbreitung und Funkortung (Beispiel WLAN)</li> <li>• Fingerabdruckverfahren</li> <li>• Lokalisierung mit Markovketten</li> </ul> <p><b>3. Koppelnavigation (Tracking) mittels Trägheitsnavigation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinatensysteme und ihre Einsatzgebiete</li> <li>• Mathematische Grundlagen, z.B. Quaternionen, Corioliseffekt</li> <li>• Strapdown Inertial Navigation Systems</li> <li>• Sensorprinzipien und Trägheitssensoren</li> <li>• Computergestützte Lösung der Navigationsgleichungen</li> <li>• System- und Fehlermodellierung im Zustandsraum</li> <li>• Das Kalmanfilter und Glättung mittels Retrodiktion</li> </ul> <p><b>4. Seiteninformationen: Kinematik und Karten (kurze Übersicht)</b></p> <p><b>5. Landmarken als lokaler Ortsbezug</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmalsbasierte Ortung z.B. mit Kamera oder UWB</li> <li>• Partikelfilter und Monte-Carlo-Integration</li> </ul> <p><b>6. Integration von Navigationskomponenten: Sensordatenfusion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fusionsarchitekturen: Beispiel GPS &amp; Trägheitsnavigation</li> </ul> <p><b>7. Einbettung von Navigationssystemen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assisted GPS oder Location Based Service Anmerkung: Die Navigationsmethoden werden gleichermaßen anhand von Tafel- und Rechnerübungen (MATLAB) einstudiert</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, typische Navigationsverfahren hinsichtlich ihrer Funktionsweise und Einsetzbarkeit zu analysieren, zu bewerten und weiterzuentwickeln.	

		<p>2. Die Studierenden lernen Navigationsgleichungen selbst aufzustellen, anzuwenden und mit unterschiedlichen Algorithmen auf dem Computer zu lösen.</p> <p>3. Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für die Herausforderungen bei der Integration unterschiedlicher Teilsysteme zu einem Navigationssystem und der Einbettung von Navigationssystemen in übergeordnete Systeme</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine formalen Voraussetzungen, geeignet für Masterstudium, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Physik, Signal- & System-theorie, Wahrscheinlichkeitstheorie.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%) 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.
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Skriptum zur Lehrveranstaltung.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96831	<b>Low Power Biomedical Electronics</b> (Low-power biomedical electronics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Low-Power Biomedical Electronics (LBE) (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Low-Power Biomedical Electronics (2 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Heinrich Milosiu	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Heinrich Milosiu
5	<b>Inhalt</b>	<p>1. Elektronik-Grundlagen: Leistungsbegriff, RC-Filter, Ultra-Low-Power, Stromquellen</p> <p>2. Einfaches MOSFET-Modell und MOSFET-Betriebsarten: Starke Inversion, Kennlinienfeld und Ausgangswiderstand, Spannungsverstärkung</p> <p>3. MOSFET-Betriebsart Schwache Inversion: Kennlinien</p> <p>4. Vergleich der Betriebsarten starke vs. schwache Inversion, Konzept der Drain-Effizienz</p> <p>5. Einfache MOSFET-Verstärkerschaltungen</p> <p>6. Transkonduktanz-Verstärker (OTA)</p> <p>7. OTA-basierte Filter</p> <p>8. Biomedizinische Signale: Elektrokardiogramm (EKG)</p> <p>9. Herzratenvariabilität (HRV), Poincaré-Diagramm und Fitness Monitoring</p> <p>10. Schaltungsbeispiele für EKG-Verstärker</p> <p>11. Puls-Oximetrie: Prinzip und Schaltungsbeispiel</p> <p>12. Innenohrimplantat: Prinzip und Beispiel</p> <p>13. Digitale Schaltungen: Grundlagen zur Leistungsberechnung, Low-Power-Techniken</p> <p>14. Konzept für rückgekoppelte Schaltungen: Grundlagen, Beispiele</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach Teilnahme an der Lehrveranstaltung besitzen Studierende:</p> <p>Grundlegende Kenntnisse über integrierten Ultra-Low-Power-Schaltungsentwurf für analoge und digitale Komponenten</p>

		<p>Fähigkeit zur Analyse von rückgekoppelten Systemen sowie deren Implementierung</p> <p>Fähigkeit zur Entwicklung von analogen Ultra-Low-Power-MOSFET-Verstärkerschaltungen für biomedizinische Anwendungen</p> <p>Grundlegende Kenntnisse über Low-Power-Biomedizinische Systeme</p> <p>Grundlagen zu bioinspirierten Systemen</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47663	<b>Magnetic Resonance Imaging sequence programming</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Moritz Zaiß	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In this module in a two-week block course format, the basics of MR sequence programming are taught. Basic sequences such as FID, spin echo, and gradient echo are programmed in Python by the students themselves in this exercise. In addition, the basic image reconstruction based on the simulated and recorded data is written and carried out in Python, including radial imaging and iterative reconstruction.</p> <p>The sequences are created in a format that can be interpreted directly by MR scanners (<a href="https://pulseseq.github.io">https://pulseseq.github.io</a>). Part of the exercise will therefore be to use the created sequences on a real MRT machine in the Center for Medical Physics and Technology Generate signals from objects and test persons and reconstruct them into MRI images.</p> <p>Basic knowledge of Python is helpful, but can also be acquired in the exercise.</p> <p>The prerequisite for the exercise is knowledge of the Magnetic Resonance Imaging 1 [MRI1] lecture by Prof. Dr. Laun.</p> <p>For participation in the seminar, including an exercise with written report and demonstration in the following week, a total of 5 ECTS points with grade are given.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students can create sequences in a format that can be interpreted directly by MR scanners (<a href="https://pulseseq.github.io">https://pulseseq.github.io</a>).</p> <p>In the exercise, they will use the created sequences on a real MRT machine in the Center for Medical Physics and Technology, generate signals from objects and test persons and reconstruct them into MRI images.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Voraussetzung für die Übung sind Kenntnisse entsprechend der Vorlesung Magnetic Resonance Imaging 1 [MRI1] von Prof. Dr. Laun.</p> <p>Auskunft: <a href="mailto:moritz.zaiss@uk-erlangen.de">moritz.zaiss@uk-erlangen.de</a></p>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182  M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p>	



10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel For participation in the seminar, including an exercise with written report and demonstration in the following week, a total of 5 ECTS points with grade are given.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<a href="https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_2819947">https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_2819947</a>  <a href="https://pulseq.github.io">https://pulseq.github.io</a>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 800224	<b>Medical Imaging System Technology</b> (Medical imaging systems)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Medical Imaging System Technology (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Wilhelm Dürr	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Wilhelm Dürr
5	<b>Inhalt</b>	<p>Röntgens Entdeckung "einer neuen Art von Strahlen" im Jahr 1885 war der Beginn der teilweise spektakulären Entwicklung der bildgebenden medizinischen Diagnostik. Neue Erkenntnisse und Entwicklungen, insbesondere in der Physik, führten zu konsequenten Anwendungen im Bereich der Medizin. So entstanden die folgenden (bedeutendsten) bildgebenden Verfahren: Röntgen, nuklearmedizinische Bildgebung, Sonographie, Röntgen-Computer-Tomographie und Magnetresonanztomographie. Nach einem Überblick zur historischen Entwicklung und zu den erforderlichen physikalischen und systemtheoretischen Grundlagen werden die einzelnen Verfahren vorgestellt. Neben der Erläuterung des Funktionsprinzips liegt jeweils der Schwerpunkt bei der technischen Umsetzung. Biologische, physikalische und technische Grenzen werden aufgezeigt. Anhand von Applikationsbeispielen wird das heute Mögliche dargestellt.</p> <p>Contents</p> <p>Röntgen's discovery of "a new kind of ray" about 100 years ago was the beginning of the partially spectacular development of imaging systems for medical diagnosis. New knowledge and developments, especially in physics, led to consequent applications in the area of medicine. Over time, there developed the following (most significant) medical imaging techniques: roentgenography, nuclear medical imaging, sonography, X-ray computer tomography and magnetic resonance tomography. After an overview of the historical developments and some basic physics concerning radiation and dose, the individual techniques of the imaging modalities will be discussed in detail. Following the description of the functional principles, the point of concentration will lie in the technical realization. Biological, physical and technical limits are to be described. What is possible today is to be shown through examples in application.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die technischen und physikalischen Grundlagen von Röntgengeräten, nuklearmedizinische Bildgebung, Sonographie, Röntgen-Computer-Tomographie und Magnetresonanztomographie.</li> <li>• verstehen den Aufbau und Funktion bildgebender Verfahren der Medizintechnik und können diese beschreiben und erläutern.</li> <li>• vergleichen Möglichkeiten und diskutieren Vor- und Nachteile verschiedener bildgebender Verfahren je nach medizinischer Applikation.</li> </ul> <p>Learning Goals</p>

		<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basics of physics and technology of X-ray systems, nuclear medical imaging, sonography, X-ray computer tomography and magnetic resonance technology</li> <li>• can describe and explain the functioning of medical imaging systems</li> <li>• are familiar with the application spectrum and can discuss advantages and disadvantages of the various modalities.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Basic knowledge in these fields is recommended:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principles of medical imaging systems</li> <li>• Electromagnetic fields</li> <li>• Electric and acoustic wave propagation</li> <li>• Experimental physics</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Fercher, A.F.: Medizinische Physik. Springer-Verlag, 1992</p> <p>Oppelt, A. (Ed.), Imaging Systems for Medical Diagnostics. Publicis 2005</p> <p>Rosenbusch, G., Oudkerk, M., Amman, E.: Radiologie in der medizinischen Diagnostik. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin 1994</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47670	<b>Medizintechnische Anwendungen der HF-Technik</b> (Medical applications of high frequency technology)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Medizintechnische Anwendungen der Hochfrequenztechnik (2 SWS) Übung: Medizintechnische Anwendungen der Hochfrequenztechnik Übung (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Hochfrequenztechnik gewinnt im Bereich der medizinischen Diagnostik und Therapie stetig an Bedeutung. Das Modul behandelt moderne medizintechnische Anwendungen mit dem Fokus auf hochfrequenztechnischen Komponenten und Systeme in medizintechnischen Geräten. Zunächst werden die Wechselwirkung und die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in biologischen Geweben und die notwendigen Antennen und Sonden zur Einkopplung und Wellendetektion beschrieben. Darauf aufbauend werden zunächst therapeutische Verfahren wie die Hyperthermie / Diathermie, die Hochfrequenzablation und die Strahlentherapie behandelt und danach die diagnostischen Abbildungsverfahren wie etwa die Magnetresonanztomographie oder die Mikrowellentomographie. Themen wie die Drahtlose Sensorik und RFID runden die Inhalte ab. Das Modul umfasst die folgenden Kapitel:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Grundlagen der Wellenausbreitung in biologischem Gewebe</li> <li>3. HF-Antennen und -Sonden</li> <li>4. Hyperthermie / Diathermie, Hochfrequenzablation</li> <li>5. Strahlentherapie</li> <li>6. Drahtlose Sensorik in der Medizin</li> <li>7. Magnetresonanztomographie</li> <li>8. Mikrowellentomographie- und UWB-Radar-Abbildungssysteme</li> <li>9. RFID in der Medizin</li> </ol>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über hochfrequenztechnische therapeutische und diagnostische Systeme und Verfahren und die zugehörigen hochfrequenztechnischen Grundkomponenten und sie können diese charakterisieren und auswählen.</li> <li>• Sie können die physikalischen Grundlagen, die Systemtheorie, Verfahren und Konzepte und Anwendungsmöglichkeiten medizinischer Hochfrequenzsysteme erläutern und anwenden</li> </ul>

		<p>und sie die physikalischen Möglichkeiten und Grenzen einschätzen, diskutieren und überprüfen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie sind in der Lage, Systemabschätzungen vorzunehmen und die Einsetzbarkeit zu bewerten.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Kenntnisse aus der Vorlesung "Hochfrequenztechnik" sind empfehlenswert.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Aktuelle Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47650	<b>Medizintechnische Anwendungen der Photonik</b> (Photonics for medical applications)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Medizintechnische Anwendungen der Photonik (2 SWS) Übung: Medizintechnische Anwendungen der Photonik Übung (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß Dr.-Ing. Christian Carlowitz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul behandelt spezialisiert medizintechnische Anwendungen der Photonik.</p> <p>Zunächst wird die Lichtausbreitung in biologischem Gewebe beschrieben und diskutiert. Ein weiterer Abschnitt behandelt die Wechselwirkung zwischen Licht und Gewebe, wobei die einzelnen Wechselwirkungsmechanismen auch an Beispielen der medizintechnischen Praxis vertieft werden. Hier sind stellvertretend zu nennen: Photodynamische Therapie, Photokoagulation, Laser-in-situ-Keratomeileusis (LASIK). Ein weiterer Themenschwerpunkt ist die Diskussion entsprechender diagnostische Verfahren. Hier wird beispielsweise aus spektroskopische Verfahren und auf Diagnoseverfahren die auf Fluoreszenz basieren detailliert eingegangen. Entsprechende Konzepte von Diagnosegeräten wie Endoskope, konfokale Mikroskope, Optische Kohärenztomographie (OCT), faserbasierte Sensoren und Biochipsensoren werden in einem weiteren Abschnitt vertieft. Ein aktueller Forschungsbezug wird im letzten Kapitel, das photonische Systeme in der Ophthalmologie behandelt, hergestellt.</p> <p>Die Lehrveranstaltung des Moduls teilt sich auf in einen Vorlesungsteil sowie einen Übungsteil, in dem die Studierenden durch eigene Beiträge (angeleitete Literaturrecherche, Kurzvorträge und Praxisprojekte) die Inhalte der Vorlesung vertiefen.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen spezialisiertes und vertieftes Wissen der medizintechnische Anwendungen der Photonik, insbesondere der im Inhalt genannten Themengebiete.</li> <li>• können technische und wissenschaftliche Anwendungen der Photonik diskutieren, beurteilen und vergleichen.</li> <li>• sind in der Lage, ihre theoretischen Kenntnisse zur Photonik und Lasertechnik im Bereich der Medizintechnik vergleichend einzusetzen und so neue Verfahren und Konzepte zu entwickeln und auszuarbeiten.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• können eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher und technischer Probleme der Medizintechnik mit photonischen Systemen entwickeln.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>*Voraussetzungen:*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Für Studenten im Master-Studium.</li> <li>• "Photonik 1", oder anderweitig erworbene fundierte Kenntnisse im Bereich Optik, Photonik und Lasertechnik.</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• [1]Prahl, S.A.:Light Transport in Tissue, Dissertation, December 1988</li> <li>• [2]Niemz, M.:Laser-Tissue Interaction, Springer, 2007</li> <li>• [3]Cox, B.T.:Introduction in Laser Tissue Interaction, 2007</li> <li>• [4]Welch, A. (Hrsg):Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue, Springer, 2011</li> <li>• [5]Prasad, P.N.:Introduction to Biophotonics, Wiley, 2003</li> <li>• [6]Tuchin, V.:Handbook of Photonics for Biomedical Science, CRC Press,Wiley, 2010</li> <li>• [7]Dithmar, S. et.al.Flourezenzangiographie in der Augenheilkunde, Springer, 2008</li> <li>• [8]Fercher, A.:Optical coherence tomography - principles and applications, Rep. Prog. Phys. 66 , pp.: 239, 2003</li> <li>• [9]Schröder, G.:Technische Optik, Vogel Buchverlag, 9. Auflage, 2002</li> <li>• [10]Lang, G.:Augenheilkunde, Thieme Verlag, 3. Auflage, 2004</li> <li>• [11]Grehn, F.:Augenheilkunde, Springer Verlag, 3. Auflage, 2007</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 454183	<b>Molecular Communications</b> (Molecular communications)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Molecular Communications (0 SWS) Vorlesung: Molecular Communications (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Lotter Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Conventional communication systems employ electromagnetic waves for information transmission. This approach is suitable for typical macroscopic applications such as mobile communication. However, newly emerging applications in biology, nanotechnology, and medicine require communication between so-called nano-machines (e.g. nano-robots and nano-sensors) with sizes on the order of nano- and micro-meter. For such device sizes electromagnetic waves cannot be used for efficient information transmission. Instead Molecular Communication, an approach that is also widely used in natural biological systems, has to be applied. In Molecular Communication, transmitter and receiver communicate by exchanging information-carrying molecules. The design of molecular communication systems requires a basic understanding of relevant biological processes and systems as well as their communication-theoretical modelling and analysis. The course is structured as follows: 1) Introduction to Molecular Communication; 2) Biological Nano-Machines; 3) Molecular Communication in Biological Systems; 4) Synthetic Molecular Communication Systems; 5) Mathematical Modelling and Simulation; 6) Communication and Information Theory for Molecular Communication; 7) Design of Molecular Communication Systems; 8) Applications for Molecular Communication Systems.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students learn how to design synthetic molecular communication systems. They develop an understanding of natural communication processes in biological systems and how to harness these natural processes for the construction of man-made molecular communication systems. The students also learn how to analyse, model, and simulate molecular communication systems.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	



13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96841	<b>Multiphysics Systems and Components</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Multiphysikalische Systeme und Komponenten (2 SWS) Vorlesung: Multiphysikalische Systeme und Komponenten (0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Samuel Zeising Angelika Thalmayer Dr. Jens Kirchner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Jens Kirchner	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Themen der Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen zu Differentialgleichungen</li> <li>• Überblick über numerische Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen</li> <li>• Finite-Elemente-Methode (ein- und mehrdimensionale sowie zeitabhängige Probleme)</li> <li>• Simulation und Experiment</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen grundlegende Klassen von Differentialgleichungen und können vorgegebene Differentialgleichungen diesen Klassen zuordnen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen das Konzept gut konditionierter Differentialgleichungsprobleme.</li> <li>• Die Studierenden können unterschiedliche numerische Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen benennen und grundlegende Unterschiede erläutern.</li> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden können für eine vorgegebene Versuchsanordnung ein Simulationsmodell erstellen und analysieren.</li> <li>• Die Studierenden können unterschiedliche numerische Verfahren, die innerhalb der FEM genutzt werden, beispielsweise zur Lösung zeitabhängiger Probleme, erklären und im Simulationsprogramm einsetzen.</li> <li>• Die Studierenden können Ursachen für Diskrepanzen zwischen Simulationsmodell und Versuchsaufbau benennen sowie Methoden zur Identifikation dieser Ursachen angeben.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96316	<b>Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems Exercises (2 SWS) Vorlesung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Carlowitz Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Radar, RFID and wireless sensor and wireless locating systems are essential for automotive advanced driver-assistance systems (ADAS), autonomous driving and flying, robotics, industrial automation, logistics and novel human machine interfaces. Further key areas include medical electronics, building technology and cyber-physical systems.</p> <p>The module "Radar, RFID and Wireless Sensors" is an introduction into functional principles, building blocks, hardware and signal processing concepts and applications of modern radar, RFID, wireless sensor and real time locating systems. Covered applications include automotive radar, road and air traffic control systems, as well as robotics, industrial automation and medical technology.</p> <p>RWS is an identical replacement of the former module "Drahtlose Sensoren, Radar- und RFID-Systeme DSR.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn about the setup, function and application of wireless sensors, Radar and RFID-systems</li> <li>• can analyze, discuss and implement basic components and system structures, signal theory, data processing and use cases</li> <li>• can determine the underlying physical limitations and sources of errors</li> <li>• are able to analyze and create system specifications and can compare and rate the usability of wireless esnsors, Radar and RFID-systems</li> <li>• can create and define independently applications and system designs of RWSS</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Sensors for Ranging and Imaging", Graham Brooker, Scitech Publishing Inc., 2009</p> <p>Radar mit realer und synthetischer Apertur", H. Klausning, W. Holpp, Oldenbourg, 1999</p> <p>Praxiswissen Radar und Radarsignalverarbeitung" Albrecht K. Ludloff, 2008</p> <p>"RFID at ultra and super high frequencies: theory and application Dominique Paret, John Wiley &amp; Sons, 2009.</p> <p>RFID-Handbuch: Grundlagen und praktische Anwendungen von Transpondern, kontaktlosen Chipkarten und NFC", Klaus Finkenzeller, Carl Hanser Verlag, 6. Auflage 2012.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47570	<b>Ultraschalltechnik</b> (Ultrasonics)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47560	<b>Werkstoffe der Elektronik in der Medizin</b> (Materials for Electronics in Medicine)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Werkstoffe der Elektronik in der Medizin (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Albrecht Winnacker PD Dr.Ing. Miroslaw Batentschuk	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.Ing. Miroslaw Batentschuk	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Meilensteine in der Medizin.</p> <p>Funktionsweise von diversen Systemen zur Diagnostik und daraus folgende Anforderungen an Werkstoffe für Detektoren.</p> <p>Herstellung und Optimierung von Werkstoffen für Detektoren in bildgebenden Systemen (Röntgen- und Ultraschall-Diagnostik).</p> <p>Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Halbleitern und Isolatoren (praxisorientierte Aspekte).</p> <p>Laser in der Medizin: Funktionsweise und Materialien.</p> <p>Elektroden und Beschichtung von Herzklappen.</p> <p>Bestrahlung mit Schwerionen in der Krebsmedizin, Materialien und Methoden.</p> <p>Leuchten im medizinischen Arbeitsbereich: Anforderungen, Materialien, neueste Entwicklungen.</p> <p>Organische und anorganische Leuchtstoffe für Nano-Biomarker.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse zur Herstellung und Optimierung von Werkstoffen für Detektoren in diversen Diagnostik-Systemen.</li> <li>• verstehen Grundlagen von Technologieschritten bei der Herstellung von Detektoren.</li> <li>• erkennen prinzipielle Probleme und Grenzen bei der Entwicklung von neuen Materialien für die Medizin.</li> <li>• sind in der Lage Forschungsarbeiten zur Entwicklung von neuen Werkstoffen für die Medizin zu planen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



# M2

## Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 67181	<b>Biophysik und Biomechanik</b> (Biophysics and biomechanics)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Biophysik/Biomechanik (0 SWS)	7,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Ben Fabry	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ben Fabry	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Vermittlung von Kenntnissen der Biophysik mit dem Schwerpunkt molekulare Grundlagen der Biomechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Kontinuumsmechanik</li> <li>• Thermodynamik elastischer Deformationen</li> <li>• Struktur der Muskulatur</li> <li>• Modelle der Muskelkontraktion</li> <li>• Krafterzeugung zwischen Aktin und Myosin</li> <li>• Zellmechanik</li> <li>• Mechanik von Bindegewebe und Knochen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die wesentliche Inhalte der Vorlesung</li> <li>• wenden die Methoden auf konkrete Beispiele an</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 180 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44450	<b>Computational Dynamics</b> (Computational dynamics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Gunnar Possart	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurze, in sich geschlossene Einführung in die Finite-Elemente-Methode in einer und zwei Dimensionen für lineare Wärmeübertragung und mechanische Probleme</li> <li>• Algorithmen zur Lösung parabolischer Probleme (transiente Wärmeleitung)</li> <li>• Algorithmen zur Lösung hyperbolischer Probleme (Elastodynamik)</li> <li>• Stabilitätsanalyse der oben genannten Algorithmen</li> <li>• Lösungstechniken für Eigenwertprobleme</li> </ul> <p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brief, but self-contained, introduction to the finite element method in one- and two-dimensions for linear heat transfer and mechanics problems</li> <li>• Algorithms for solving parabolic problems (transient heat conduction)</li> <li>• Algorithms for solving hyperbolic problems (elastodynamics)</li> <li>• Stability analysis of the above algorithms</li> <li>• Solution techniques for eigenvalue problems</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind vertraut mit der grundlegenden Idee der linearen Finiten Element Methode</li> <li>• können für eine gegebene zeitabhängige Differentialgleichung die schwache und diskretisierte Form aufstellen</li> <li>• können Bewegungsgleichungen modellieren</li> <li>• können dynamischen Wärmeleitungsprobleme modellieren</li> <li>• können dynamische Probleme der Kontinuumsmechanik modellieren</li> <li>• kennen direkte Zeitintegrationsmethoden</li> <li>• sind vertraut mit Eigenwertproblemen und Stabilitätsanalyse verschiedener Zeitintegrationsmethoden</li> <li>• können zeitabhängige Differentialgleichungen lösen</li> </ul>	

		<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are familiar with the basic idea of the linear finite element method</li> <li>• know how to derive the weak and the discretized form of a given time-dependent differential equation</li> <li>• know how to derive the equations of motion</li> <li>• know how to formulate thermal problems</li> <li>• know how to formulate continuum mechanical problems</li> <li>• are familiar with direct time integration methods</li> <li>• are familiar with eigenvalue problems and stability analysis of various time integration methods</li> <li>• know how to solve time-dependent differential equations</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Das Modul kann vorläufig nicht angeboten werden.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (90 Minuten)</p> <p>Computational Dynamics (Prüfungsnummer: 44501)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet</p> <p>Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nicht in diesem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	T. J. Hughes. The finite element method: linear static and dynamic finite element analysis. Dover Publications, 2000.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47677	<b>Data Science Survival Skills</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Data Science Survival Skills (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Kist	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Kist	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Data Scientists need a comprehensive toolbox for their work. This consists for example of data acquisition, data cleaning, data processing and data visualization. In this course, we highlight good practices and approaches, and provide intensive hands-on experience.</p> <p>In particular, this course covers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Data handling and storage</li> <li>Lossy and lossless data compression</li> <li>Data acquisition and API usage</li> <li>Data visualization in scientific figures and movies</li> <li>Data analysis platforms</li> <li>Multithreading and multiprocessing</li> <li>Code vectorization and just-in-time compilation</li> <li>Code profiling</li> <li>Prototyping Graphical User Interfaces</li> <li>Workflow optimization techniques</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>will be able to create own code for working with data</li> <li>can carry out research projects in data science</li> <li>can apply code optimization strategies</li> <li>can design own graphical user interfaces for convenient interaction with data</li> <li>can produce high-quality data visualization as needed for scientific publications</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	It is recommended to have prior knowledge of the programming language Python (e.g. through GSProg or SciProgPy) and first exposure to data.	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Edward Tufte: The Visual Display of Quantitative Information  Cole Nussbaum Knaflitz: Storytelling with data  Wes McKinney: Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython  Gabriele Lanaro: Python High Performance  Micha Gorelick, Ian Ozsvold: High Performance Python  Alan D Moore: Mastering GUI Programming with Python

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97360	<b>Digitale Regelung</b> (Digital control)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digitale Regelung - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Digitale Regelung (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Andreas Michalka	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Es werden Aufbau u. mathematische Beschreibung digitaler Regelkreise für LZI-Systeme sowie Verfahren zu deren Analyse und Synthese betrachtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• quasikontinuierliche Beschreibung und Regelung der Strecke unter Berücksichtigung der DA- bzw. AD-Umsetzer</li> <li>• zeitdiskrete Beschreibung der Regelstrecke als Zustandsdifferenzgleichung oder z-Übertragungsfunktion</li> <li>• Analyse von Abtastsystemen, Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit</li> <li>• Regelungssynthese: Steuerungsentwurf, Zustandsregelung und Beobachterentwurf, Störungen im Regelkreis, Berücksichtigung von Totzeiten, Intersampling-Verhalten".</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Aufbau und Bedeutung digitaler Regelkreise.</li> <li>• leiten mathematische Beschreibungen des Abtastsystems in Form von Zustandsdifferenzgleichungen oder z-Übertragungsfunktionen her.</li> <li>• analysieren Abtastsysteme und konzipieren digitale Regelungssysteme auf Basis quasikontinuierlicher sowie zeitdiskreter Vorgehensweisen.</li> <li>• entwerfen Steuerungen, Regelungen und Beobachter und bewerten die erzielten Ergebnisse.</li> <li>• diskutieren abtastregelungsspezifische Effekte und bewerten Ergebnisse im Vergleich mit dem kontinuierlichen Systemverhalten.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Es wird empfohlen folgende UnivIS-Module zu absolvieren, bevor dieses UnivIS-Modul belegt wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) oder Einführung in die Regelungstechnik (ERT)</li> <li>• Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B)</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 94500	<b>Dynamik starrer Körper</b> (Dynamics of rigid bodies)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Tutorium zur Dynamik starrer Körper (2 SWS) Vorlesung: Dynamik starrer Körper (3 SWS) Übung: Übungen zur Dynamik starrer Körper (2 SWS)	- 7,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik von Punkten und starren Körpern</li> <li>• Relativkinematik von Punkten und starren Körpern</li> <li>• Kinetik des Massenpunktes</li> <li>• Newton'sche Axiome</li> <li>• Energiesatz</li> <li>• Stoßvorgänge</li> <li>• Kinetik des Massenpunktsystems</li> <li>• Lagrange'sche Gleichungen 2. Art</li> <li>• Kinetik des starren Körpers</li> <li>• Trägheitstensor</li> <li>• Kreiselgleichungen</li> <li>• Schwingungen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind vertraut mit den grundlegenden Begriffen und Axiomen der Dynamik;</li> <li>• können Bewegungen von Massepunkten und starren Körpern in verschiedenen Koordinatensystemen beschreiben;</li> <li>• können die Bewegungsgleichungen von Massepunkten und starren Körpern mittels der Newtonschen Axiome oder mittels der Lagrangeschen Gleichungen aufstellen;</li> <li>• können die Bewegungsgleichungen für einfache Stoßprobleme lösen;</li> <li>• können die Bewegungsgleichung für einfache Schwingungsprobleme analysieren.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Kenntnisse aus dem Modul ["Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre"] bzw. ["Statik und Festigkeitslehre"]	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	Gross, Hauger, Schnell, Wall: Technische Mechanik 3, Berlin:Springer, 2006
----	--------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97247	<b>Fertigungsmesstechnik I</b> (Manufacturing metrology I)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Fertigungsmesstechnik I - Übung (2 SWS) Vorlesung: Fertigungsmesstechnik I (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen, Begriffe, Größen und Aufgaben der FMT: Teilgebiete der industriellen Messtechnik, Grundaufgaben und Ziele der Fertigungsmesstechnik, Messen, Prüfen, Überwachen, Lehren, Begriffsdefinitionen: 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)</li> <li>• 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</li> <li>• 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)</li> </ul>	

Toleranzbegriff Form- und Lagetoleranzen Systematik der Tolerierung von Unabhängigkeitsprinzip Werkstücken (Unabhängigkeitsprinzip, Hüllprinzip)

- 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 Formmessgeräten Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren
- Oberflächenmesstechnik: Oberflächenmessprinzipien Tastschnittgeräte, optische Oberflächenmessgeräte, 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-, Waagrechtkenngößen, gemischte Kenngrößen Kenngrößen aus Materialanteil-Kurve (ISO 13565-2 und ISO 13565-3) Flächenparameter (Höhenparameter, räumliche Parameter, flächenhafte Materialanteilkurve, topographischen Elemente) Streulichtmessung, 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
- 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,

		<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• Form inspection technique: Principle, characteristics, measurement tasks, designs Deviation of the swivel guide from an ideal axis Calibration of form measurement systems</li> <li>• 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</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierendenden können die die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik darlegen.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen Größen an Werkstücken nennen.</li> <li>• Die Studierendenden können Messaufgaben, deren Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben.</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden können Messaufgaben durch das Erlernete implementieren.</li> <li>◦ Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik eigenständig auswählen.</li> <li>◦ Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und analysieren.</li> <li>◦ Die Studierenden können Schwachstellen in der Planung und Durchführung selbstständiges erkennen.</li> <li>◦ Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich der Fertigungsmesstechnik bewerten.</li> </ul> </li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Für eine optimale Vorbereitung empfiehlt sich eine Belegung des Moduls "Grundlagen der Messtechnik". Dies ist jedoch keine Teilnahmevoraussetzung für das Modul "Fertigungsmesstechnik I".
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 2013 M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> </ul>

- 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 Präzision überall][http://youtu.be/tQgvr\\_Y3GI0](http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0)
- [Multisensor-Koordinatenmesstechnik]<http://www.koordinatenmesstechnik.de/>
- [E-Learning Kurs AUKOM Stufe 1]<http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96925	<b>Fertigungsmesstechnik II</b> (Manufacturing metrology II)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Fertigungsmesstechnik II (2 SWS) Übung: Fertigungsmesstechnik II - Übung (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	<b>Inhalt</b>	<p>*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</p> <p>*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 Formmessgeräten (Flick-Normale, Vergrößerungsnormale, Kugelnormale, Mehrwellennormale) Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren</p> <p>*Optische Formmesstechnik:* Interferometrische Formmessung (Interferenz gleicher Neigung und gleicher Dicke, Mehrstrahlinterferenz, Fabry-Perot und Fizeauinterferometer, Interferenzfilter, Newtonsche 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)</p> <p>*Photogrammetrie:* Grundprinzip, Stereophotogrammetrie, passive Triangulation, Grundlagen, aktive Triangulation (Punktriangulation, linienhafte und flächenhafte Triangulation) Streifenlichtprojektion (strukturierte Beleuchtung, Grundprinzip Ein- und Zweikerasysteme, Kodierung Gray Code, Phasenschiebung, Kombinierte Beleuchtung aus Gray Code und Phasenschiebung, Anwendung, Datenverarbeitung, Einsatzgrenzen)</p>



		<p>*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</p> <p>*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</p> <p>*Mikro- und Nanomesstechnik:* Positioniersysteme (Führungen und Antriebe, Gewichtskraftkompensation), metrologischer Rahmen und Gerätekoodinatenysteme, Antastprinzipien und Messsystem (Rasterelektronenmikroskop, Rastertunnelmikroskop, Rasterkraftmikroskope, Nahfeldmikroskope, mikrotaktile Antastung), Mikro- und Nanokoordinatenmesssysteme, Einflussgrößen, Kalibrierung und Rückführung</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen relevante Definitionen, Fachbegriffe und Kriterien der Fertigungsmesstechnik.</li> <li>• Die Studierenden können einen Überblick zur Gerätetechnik der Fertigungsmesstechnik sowie deren Funktionsweise und Einsatzgebiete wiedergeben</li> <li>• Die Studierenden wissen um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen.</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage die, den vorgestellten Messgeräten der Fertigungsmesstechnik, zugrundeliegenden Messprinzipien in eigenen Worten zu erläutern.</li> <li>• Die Studierenden können Messaufgaben beschreiben und interpretieren, und Schwachstellen in der Planung und Durchführung erkennen.</li> <li>• Die Studierenden können Messergebnisse und die zugrunde liegenden Verfahren angemessene kommunizieren und interpretieren.</li> </ul>

		<p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können eigenständig geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik auswählen.</li> <li>• Die Studierenden können das Erlernete auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben transferieren.</li> </ul> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und strukturell analysieren.</li> <li>• 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.</li> </ul> <p>Erschaffen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Eignungsuntersuchungen verschiedener Messprinzipien zur Erfüllung neuer Messaufgaben erstellen und auf deren Basis adaptierte Messsysteme konzipieren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Eine Teilnahme an der Lehrveranstaltung "Fertigungsmesstechnik 1" wird empfohlen, ist jedoch keine Teilnahmevoraussetzung.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, <a href="http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html">http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html</a></p> <p>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</p> <p>Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9</p>

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

1	<b>Modulbezeichnung</b> 965073	<b>Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik</b> (Fundamentals of electrical drives)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (3 SWS)	1,5 ECTS
		Vorlesung: Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (2 SWS)	3,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (1 SWS)	-
3	Lehrende	Veronika Solovieva Philipp Sisterhenn Karsten Knörzer Shima Khoshzaman Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>*Einleitung; Grundlagen:* Leistung und Wirkungsgrad, Physikalische Grundgesetze, Induktivitäten</p> <p>*Gleichstromantriebe:* Gleichstrommotor, Konventionelle Drehzahlstellung</p> <p>*Drehstromantriebe:* Grundlagen und Drehfeld, Synchronmaschine, Asynchronmaschine, Konventionelle Drehzahlstellung</p> <p>*Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>Die Studierenden führen im Labor drei Versuche durch:</p> <p>V1 Gleichstromantrieb</p> <p>V2 Asynchronmaschine am Pulsumrichter</p> <p>V3 Asynchronmaschine - Stationäres Betriebsverhalten</p> <p>Vor dem jeweiligen Versuch bereiten die Teilnehmer sich anhand der Unterlagen des Moduls "Grundlagen der elektrischen Antriebstechnik" und spezieller Unterlagen zum Versuch vor. Nach dem Versuch ist eine Ausarbeitung anzufertigen.</p>	
		6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>

- können einen Überblick über die Elektrische Antriebstechnik geben
  - kennen die Einsatzgebiete und Verbreitung elektrischer Antriebe sowie deren wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung
  - kennen die am weitesten verbreiteten Typen elektrischer Maschinen
  - kennen und verstehen bei Gleichstrommaschinen
- Aufbau und Funktionsweise
  - fachspezifische Begriffe
  - Feldverläufe in der Maschine
  - Kommutierung
  - beschreibende Spannungs- und Drehmomentgleichungen
  - stationären Betrieb und Betriebskennlinien
  - Drehmoment- Drehzahlkennlinie
    - - kennen passive und aktive Halbleiterbauelemente - Diode - Thyristor - Bipolartransistor - IGBT - MOS-Transistor - GTO- Thyristor kennen und verstehen bei Gleichstromantrieben - Aufbau und Funktionsweise - Methoden zur Drehzahlstellung und Spannungsstellung - elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden - Gleichrichter - Tiefsetzsteller - Methode der Pulsweitenmodulation kennen und verstehen bei Drehstromantrieben - Aufbau und Funktionsweise - Methoden zur Drehzahlstellung und Spannungsstellung - elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden - 3-phasiger Gleichrichter - ungesteuert/gesteuert - 3-phasiger Wechselrichter - Aufbau und Funktionsweise - Pulsweitenmodulation - Sinus-Dreieck-Modulation - U/f-Betrieb wenden die theoretische Grundlagen an und berechnen einfache lineare und nichtlineare Magnetkreise berechnen induzierte Spannungen und Drehmomente bei elektrischen Maschinen ermitteln auf Basis gegebener Kennwerte Arbeitspunkte auf der Betriebskennlinie erklären die Funktionsweise des Tiefsetzstellers und des gesteuerten 3-phasigen Gleichrichters entwickeln und wenden Zeigerdiagramme zur Darstellung des stationären Betriebsverhaltens von Drehfeldmaschinen an \*Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik\* Die Grundkenntnisse aus Vorlesung und Übung "Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik" sollen gefestigt und erweitert werden. Der

		praktische Umgang mit elektrischen Antrieben und der zugehörigen Messtechnik soll erlernt werden.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>*Vorlesung Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>Die bestandene Prüfung im Fach "Grundlagen der Elektrotechnik I und II" ist ausdrücklich empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum "Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik". Siehe Hinweis auf den Anschlagbrettern des Lehrstuhls und auf der Homepage.</p> <p>*Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>*Zulassungsbeschränkung:* Teilnahme ist *auch ohne* bestandener bzw. abgelegter Prüfung im Fach "Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik" möglich.</p> <p>Grundlagen der Elektrotechnik I und II</p> <p>*Anmeldung über StudOn*</p> <p><a href="http://www.studon.uni-erlangen.de/crs687913.html">http://www.studon.uni-erlangen.de/crs687913.html</a></p> <p>*Ansprechpartner: Shima Khoshzaman, M.Sc.*</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95010	<b>Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik</b> (Foundations of drive engineering)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (3 SWS)	1,5 ECTS
		Vorlesung: Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (2 SWS)	3,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (1 SWS)	-
3	Lehrende	Veronika Solovieva Philipp Sisterhenn Karsten Knörzer Shima Khoshzaman Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>*Einleitung; Grundlagen:* Leistung und Wirkungsgrad, Physikalische Grundgesetze, Induktivitäten</p> <p>*Gleichstromantriebe:* Gleichstrommotor, Konventionelle Drehzahlstellung</p> <p>*Drehstromantriebe:* Grundlagen und Drehfeld, Synchronmaschine, Asynchronmaschine, Konventionelle Drehzahlstellung</p> <p>*Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>Die Studierenden führen im Labor drei Versuche durch:</p> <p>V1 Gleichstromantrieb</p> <p>V2 Asynchronmaschine am Pulsumrichter</p> <p>V3 Asynchronmaschine - Stationäres Betriebsverhalten</p> <p>Vor dem jeweiligen Versuch bereiten die Teilnehmer sich anhand der Unterlagen des Moduls "Grundlagen der elektrischen Antriebstechnik" und spezieller Unterlagen zum Versuch vor. Nach dem Versuch ist eine Ausarbeitung anzufertigen.</p>	
		6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>

- kennen die Einsatzgebiete und Verbreitung elektrischer Antriebe sowie deren wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung
- kennen die am weitesten verbreiteten Typen elektrischer Maschinen
- kennen und verstehen bei Gleichstrommaschinen

- Aufbau und Funktionsweise

- fachspezifische Begriffe

- Feldverläufe in der Maschine

- Kommutierung

- beschreibende Spannungs- und Drehmomentgleichungen

- stationären Betrieb und Betriebskennlinien

- Drehmoment- Drehzahlkennlinie

- - kennen passive und aktive Halbleiterbauelemente - Diode - Thyristor - Bipolartransistor - IGBT - MOS-Transistor - GTO- Thyristor kennen und verstehen bei Gleichstromantrieben - Aufbau und Funktionsweise - Methoden zur Drehzahlstellung und Spannungsstellung - elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden - Gleichrichter - Tiefsetzsteller - Methode der Pulsweitenmodulation kennen und verstehen bei Drehstromantrieben - Aufbau und Funktionsweise - Methoden zur Drehzahlstellung und Spannungsstellung - elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden - 3-phasiger Gleichrichter - ungesteuert/gesteuert - 3-phasiger Wechselrichter - Aufbau und Funktionsweise - Pulsweitenmodulation - Sinus-Dreieck-Modulation - U/f-Betrieb wenden die theoretische Grundlagen an und berechnen einfache lineare und nichtlineare Magnetkreise berechnen induzierte Spannungen und Drehmomente bei elektrischen Maschinen ermitteln auf Basis gegebener Kennwerte Arbeitspunkte auf der Betriebskennlinie erklären die Funktionsweise des Tiefsetzstellers und des gesteuerten 3-phasigen Gleichrichters entwickeln und wenden Zeigerdiagramme zur Darstellung des stationären Betriebsverhaltens von Drehfeldmaschinen an \*Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik\* Die Grundkenntnisse aus Vorlesung und Übung "Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik" sollen gefestigt und erweitert werden. Der praktische Umgang mit elektrischen Antrieben und der zugehörigen Messtechnik soll erlernt werden.



7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>*Vorlesung Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>Die bestandene Prüfung im Fach "Grundlagen der Elektrotechnik I und II" ist ausdrücklich empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum "Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik". Siehe Hinweis auf den Anschlagbrettern des Lehrstuhls und auf der Homepage.</p> <p>*Praktikum Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>*Zulassungsbeschränkung:* Teilnahme ist *auch ohne* bestandener bzw. abgelegter Prüfung im Fach "Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik" möglich.</p> <p>Grundlagen der Elektrotechnik I und II</p> <p>*Anmeldung über StudOn*</p> <p><a href="http://www.studon.uni-erlangen.de/crs687913.html">http://www.studon.uni-erlangen.de/crs687913.html</a></p> <p>*Ansprechpartner: Shima Khoshzaman, M.Sc.*</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94711	<b>Grundlagen der Produktentwicklung</b> (Foundations of product development)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Maschinenelemente I (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Maschinenelemente I (4 SWS)	- -
3	Lehrende	Michael Jüttner Dr.-Ing. Marcel Bartz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Einführung in die Produktentwicklung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthese und Analyse als zentrale Aufgaben</li> <li>• Vorgehensmodelle im Produktentwicklungsprozess</li> </ul> <p><b>Konstruktionswerkstoffe</b></p> <p><b>Grundlagen der Bauteilauslegung Festigkeitslehre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Typische Versagenskriterien</li> <li>• Definition und Aufgaben der Festigkeitslehre, Prinzip</li> <li>• Ermittlung von Belastungen</li> <li>• Ermittlung von Beanspruchungen</li> <li>• Beanspruchungsarten</li> <li>• Zeitlicher Verlauf der Beanspruchung und Lastannahmen</li> <li>• Resultierende Spannungen und Vergleichsspannungen</li> <li>• Kerbwirkung und Stützwirkung</li> <li>• Weitere Einflussfaktoren auf die Festigkeit von Bauteilen</li> <li>• Maßgebliche Werkstoffkennwerte</li> <li>• Bauteildimensionierung und Festigkeitsnachweis</li> </ul> <p><b>Einführung in die Technische Produktgestaltung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestalten von Maschinen</li> <li>• Fertigungsgerechtes Gestalten</li> <li>• Sicherheitsgerechtes Gestalten</li> </ul> <p><b>Normung, Toleranzen, Passungen und Oberflächen</b></p> <p><b>Maschinenelemente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schweißverbindungen</li> <li>• Passfeder- und Keilwellenverbindungen</li> <li>• Bolzen- und Stiftverbindungen</li> <li>• Zylindrische Pressverbindungen</li> <li>• Kegelverbindungen</li> <li>• Spannelementverbindungen</li> <li>• Schraubenverbindungen</li> <li>• Wälzlager</li> <li>• Gleitlager</li> <li>• Dichtungen</li> <li>• Stirnräder und Stirnradgetriebe</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kupplungen</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b><u>Fachkompetenz</u></b></p> <p><b>Wissen</b></p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestalten von Maschinenbauteilen unter besonderer Berücksichtigung der Fertigungsgerechtigkeit</li> <li>• Normen (DIN, EN, ISO), Richtlinien (VDI, FKM) und Standards im Kontext des Maschinenbaus</li> <li>• herstell- und messbedingte Abweichungen sowie zu vergebende Toleranzen für Maß, Form, Lage und Oberfläche bei Maschinenbauteilen</li> <li>• rotatorische Wälzlager und Wälzlagerungen, insbesondere Wissen über die gängigen Radial- und Axialwälzlagerbauformen, deren spezifische Merkmale und Eigenschaften sowie deren sachgerechte Einbindung in die Umgebungskonstruktion</li> <li>• Getriebe als wichtige mechanische Komponente in Antriebssträngen</li> </ul> <p><b>Verstehen</b></p> <p>Die Studierenden verstehen Zusammenhänge zu erarbeitetem Wissen durch die Erschließung von Querverbindungen zu den in folgenden Lehrveranstaltungen erworbenen bzw. zu erwerbenden Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrveranstaltung Produktionstechnik und Technische Produktgestaltung</li> <li>• Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre</li> <li>• Lehrveranstaltung Messtechnik</li> </ul> <p>Die Studierenden gewinnen ein allgemeines Verständnis für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• die Konstruktionswerkstoffe, deren spezifische Eigenschaften sowie Möglichkeiten zur Beschreibung des Festigkeits-, Verformungs- und Bruchverhaltens.</li> </ul>

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 Schraubensicherungen
- 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 Dichtungen 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.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Es werden empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Darstellungslehre I</li> <li>• Statik und Festigkeitslehre</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92358	<b>Inertial Sensor Fusion</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Inertial Sensor Fusion (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Simon Bachhuber	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Topics include, but are not limited to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic principles of gyroscopes, accelerometers and magnetometers</li> <li>• Error characteristics of MEMS-based inertial measurement units</li> <li>• Application: Gait phase detection by foot-worn inertial sensors</li> <li>• Quaternions and other representations of 3D rotations</li> <li>• Orientation estimation from inertial measurement data</li> <li>• Application: Position tracking/retrieval of an unmanned aerial vehicle</li> <li>• Joint angle estimation from inertial measurement data</li> <li>• Application: Real-time motion tracking of a robotic actuator</li> <li>• Kalman filtering methods for linear and nonlinear systems</li> <li>• Probabilistic sensor fusion and Bayesian state estimation</li> <li>• Identification of kinematic parameters from inertial measurement data</li> <li>• Application: Human body motion tracking by wearable inertial sensors</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students are able to employ inertial sensor technologies and sensor fusion methods for applications in research and industry.</li> <li>• 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.</li> <li>• They are able to track the orientation and position of an unmanned aerial vehicle.</li> <li>• They are able to track the motion of multi-link kinematic chains, e.g. robotic actuators or human limbs, in three dimensional space.</li> </ul>	



7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Participants should be familiar with fundamentals of linear algebra. It is advantageous but not required to have some prior knowledge on linear dynamic systems or basic probability theory.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Woodman, O.J. An Introduction to Inertial Navigation; University of Cambridge, Computer Laboratory: Cambridge, UK, 2007.</li> <li>• T. Seel, M. Kok, R. McGinnis, "Inertial Sensors Applications and Challenges in a Nutshell", Sensors 2020, 20, 6221.</li> <li>• 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. 7985, Jan. 2014.</li> <li>• 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. 17511759.</li> <li>• 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. 027027, 2020.</li> <li>• 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. 12331238, 2019.</li> <li>• 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.</li> <li>• E. A. Wan and R. Van Der Merwe, "The unscented kalman filter for nonlinear estimation, in Proceedings of the IEEE 2000</li> </ul>

Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium (Cat. No.00EX373), Oct 2000, pp. 153158.

- J. Steinbring and U. D. Hanebeck, "S2kf: The smart sampling kalman filter, in Proceedings of the 16th International Conference on Information Fusion, 2013, pp. 20892096.
- A. Solin, S. Särkkä, J. Kannala, and E. Rahtu, "Terrain navigation in the magnetic landscape: Particle filtering for indoor positioning, 05 2016, pp. 19.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97141	<b>Kunststoff-Eigenschaften und -Verarbeitung</b> (Properties and processing of plastics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kunststoffe und ihre Eigenschaften (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer
5	<b>Inhalt</b>	<p>[*Inhalt: Kunststoffe und ihre Eigenschaften*]</p> <p>Das Modul Kunststoffe und ihre Eigenschaften stellt aufbauend auf die Vorlesung Werkstoffkunde die verschiedenen Kunststoffe und ihre spezifischen Eigenschaften vor.</p> <p>Beginnend werden Grundlagen zur Polymerchemie und -physik erläutert. Teile dieses Inhalts sind unter anderen die verschiedenen Polymersynthese-Reaktionen, molekulare Bindungskräfte, Strukturmerkmale und thermische Umwandlungen von Kunststoffen.</p> <p>Anschließend werden die Verarbeitungseigenschaften von Thermoplasten im Überblick dargestellt. Der Hauptteil der Vorlesung befasst sich mit den verschiedenen Kunststoffen und ihren spezifischen Eigenschaften und Merkmalen.</p> <p>Die behandelten Kunststoffe sind insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polyolefine</li> <li>• Duroplaste</li> <li>• Elastomere</li> <li>• Polyamide und Polyester</li> <li>• Amorphe/ optische Kunststoffe</li> <li>• Hochtemperaturkunststoffe</li> <li>• Faserverbundwerkstoffe</li> <li>• Klebstoffe</li> <li>• Hochgefüllte Kunststoffe</li> </ul> <p>Abschließend wird ein grober Überblick über die Aufbereitung von Kunststoffen und die dabei verwendeten Verfahren, Maschinen, Werkstoffe, Füllstoffe und Additive gegeben.</p> <p>[*Inhalt: Kunststoffverarbeitung*]</p> <p>Das Modul Kunststoffverarbeitung führt aufbauend auf das Modul Werkstoffkunde in die Verarbeitung von Kunststoffen ein.</p> <p>Zum Verständnis werden eingangs wiederholend die besonderen Eigenschaften von Polymerschmelzen erklärt und die Schritte der Aufbereitung vom Rohgranulat zum verarbeitungsfähigen Kunststoff erläutert.</p> <p>Anschließend werden die folgenden Verarbeitungsverfahren vorgestellt:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrusion</li> <li>• Spritzgießen mit Sonderverfahren wie z. B. Mehrkomponententechnik</li> <li>• Pressen</li> <li>• Warmumformen</li> <li>• Schäumen</li> <li>• Herstellung von Hohlkörpern</li> <li>• Additive Fertigung</li> </ul> <p>Hier wird neben der Verfahrenstechnologie und den dafür benötigten Anlagen auch auf die Besonderheiten der Verfahren eingegangen sowie jeweils Kunststoffbauteile aus der Praxis vorgestellt. Abschließend werden die Verbindungstechnik bei Kunststoffen und das Veredeln von Kunststoffbauteilen erläutert.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen zu den Kunststoffen.</li> <li>• Kennen die vorgestellten Kunststoffe mit ihren Eigenschaften und Einsatzgebieten.</li> <li>• verstehen die Eigenschaften der vorgestellten Kunststoffe mit den jeweils spezifischen Merkmalen und kennen ihre Herstellung und wichtige Fertigungsverfahren.</li> <li>• Verstehen die Zusammenhänge zwischen molekularem Aufbau, Umgebungsbedingungen wie Druck und Temperatur und Eigenschaften der Kunststoffe, und können dabei das Wissen aus anderen Vorlesungen (z.B. Werkstoffkunde anwenden)</li> <li>• Verstehen die begründete Zuordnung von exemplarischen Bauteilen zu den jeweiligen Kunststoffen.</li> <li>• Bewerten anforderungsbezogen die verschiedenen Kunststoffe und bewerten die Auswahl eines Kunststoffs für einen beispielhaften Anwendungsfall.</li> <li>• Bewerten eine Werkstoffsubstitution mit einem passenden Kunststoff aus: Dabei bewerten die Studierenden den einzusetzenden Kunststoff sowie die Auswahl eines geeigneten Fertigungsverfahrens</li> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoffverarbeitung.</li> <li>• Verstehen die Eigenschaften von Thermoplastschmelzen bei der Kunststoffverarbeitung, und können dabei das erlangte Wissen aus der Werkstoffkunde anwenden.</li> <li>• Verstehen die Aufbereitungstechnik und die verschiedenen Fertigungsverfahren in der Kunststoffverarbeitung.</li> <li>• Können aufzeigen, welche Gründe zur Entwicklung der jeweiligen Verfahren geführt haben und wofür diese eingesetzt werden.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Können den Prozessablauf der benötigten Maschinen und Anlagen sowie die Merkmale und Besonderheiten jedes vorgestellten Verfahrens erläutern</li> <li>• Können exemplarische Bauteile zu den jeweiligen Fertigungsverfahren zuordnen</li> <li>• Bewerten anforderungsbezogen die verschiedenen Fertigungsverfahren.</li> <li>• Klassifizieren die einzelnen Prozessschritte der jeweiligen Verfahren hinsichtlich Kenngrößen wie bspw. Zykluszeit und Energieverbrauch.</li> <li>• Analysieren und benennen die auftretenden Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Fertigung spezieller Kunststoffbauteile.</li> <li>• Können Kriterien für die Fertigung aus gegebenen Bauteilanforderungen ableiten und davon geeignete Fertigungsverfahren oder Kombinationen auswählen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 46950	<b>Kunststoffe und Ihre Eigenschaften</b> (Plastics and their properties)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kunststoffe und ihre Eigenschaften (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul Kunststoffe und ihre Eigenschaften stellt aufbauend auf die Vorlesung Werkstoffkunde die verschiedenen Kunststoffe und ihre spezifischen Eigenschaften vor.</p> <p>Beginnend werden Grundlagen zur Polymerchemie und -physik erläutert. Teile dieses Inhalts sind unter anderen die verschiedenen Polymersynthese-Reaktionen, molekulare Bindungskräfte, Strukturmerkmale und thermische Umwandlungen von Kunststoffen.</p> <p>Anschließend werden die Verarbeitungseigenschaften von Thermoplasten im Überblick dargestellt. Der Hauptteil der Vorlesung befasst sich mit den verschiedenen Kunststoffen und ihren spezifischen Eigenschaften und Merkmalen.</p> <p>Die behandelten Kunststoffe sind insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polyolefine</li> <li>• Duroplaste</li> <li>• Elastomere</li> <li>• Polyamide und Polyester</li> <li>• Amorphe/ optische Kunststoffe</li> <li>• Hochtemperaturkunststoffe</li> <li>• Faserverbundwerkstoffe</li> <li>• Klebstoffe</li> <li>• Hochgefüllte Kunststoffe</li> </ul> <p>Abschließend wird ein grober Überblick über die Aufbereitung von Kunststoffen und die dabei verwendeten Verfahren, Maschinen, Werkstoffe, Füllstoffe und Additive gegeben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>*Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen zu den Kunststoffen und können diese anwenden.</li> <li>• Kennen die vorgestellten Kunststoffe mit ihren Eigenschaften und Einsatzgebieten.</li> <li>• verstehen die Eigenschaften der vorgestellten Kunststoffe mit den jeweils spezifischen Merkmalen und kennen ihre Herstellung und wichtige Fertigungsverfahren.</li> <li>• verstehen die Zusammenhänge zwischen molekularem Aufbau, Umgebungsbedingungen wie Druck und Temperatur und</li> </ul>	

		<p>Eigenschaften der Kunststoffe, dabei Transfer des Wissens aus anderen Vorlesungen (z. B. Werkstoffkunde).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können exemplarische Bauteile zu den jeweiligen Kunststoffen fundiert zuordnen.</li> </ul> <p>*Fachkompetenz: Analysieren, Evaluieren und Erschaffen*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erstellen anforderungsbezogene Bewertungen der verschiedenen Kunststoffe und bewerten die Auswahl eines Kunststoffs für einen beispielhaften Anwendungsfall.</li> <li>• erarbeiten eine Werkstoffsubstitution mit einem passenden Kunststoff: Bewertung des einzusetzenden Kunststoffs sowie Auswahl eines geeigneten Fertigungsverfahrens (Wissenstransfer aus den Vorlesungen Produktionstechnik und Kunststoffverarbeitung).</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95260	<b>Kunststoffverarbeitung</b> (Kunststoffverarbeitung)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul Kunststoffverarbeitung führt aufbauend auf das Modul Werkstoffkunde in die Verarbeitung von Kunststoffen ein. Zum Verständnis werden eingangs wiederholend die besonderen Eigenschaften von Polymerschmelzen erklärt und die Schritte der Aufbereitung vom Rohgranulat zum verarbeitungsfähigen Kunststoff erläutert.</p> <p>Anschließend werden die folgenden Verarbeitungsverfahren vorgestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrusion</li> <li>• Spritzgießen mit Sonderverfahren wie z. B. Mehrkomponententechnik</li> <li>• Pressen</li> <li>• Warmumformen</li> <li>• Schäumen</li> <li>• Herstellung von Hohlkörpern</li> <li>• Additive Fertigung</li> </ul> <p>Hier wird neben der Verfahrenstechnologie und den dafür benötigten Anlagen auch auf die Besonderheiten der Verfahren eingegangen sowie jeweils Kunststoffbauteile aus der Praxis vorgestellt. Abschließend werden die Verbindungstechnik bei Kunststoffen und das Veredeln von Kunststoffbauteilen erläutert.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>*Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoffverarbeitung.</li> <li>• Verstehen die Eigenschaften von Thermoplastschmelzen bei der Kunststoffverarbeitung, und können dabei das erlangte Wissen aus der Werkstoffkunde anwenden.</li> <li>• Verstehen die Aufbereitungstechnik und die verschiedenen Fertigungsverfahren in der Kunststoffverarbeitung.</li> <li>• Können aufzeigen, welche Gründe zur Entwicklung der jeweiligen Verfahren geführt haben und wofür diese eingesetzt werden.</li> <li>• Können den Prozessablauf der benötigten Maschinen und Anlagen sowie die Merkmale und Besonderheiten jedes vorgestellten Verfahrens erläutern.</li> </ul>	



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Können exemplarische Bauteile zu den jeweiligen Fertigungsverfahren zuordnen.</li> </ul> <p>*Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewerten anforderungsbezogen die verschiedenen Fertigungsverfahren.</li> <li>• Klassifizieren die einzelnen Prozessschritte der jeweiligen Verfahren hinsichtlich Kenngrößen wie bspw. Zykluszeit und Energieverbrauch.</li> <li>• Analysieren und benennen die auftretenden Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Fertigung spezieller Kunststoffbauteile.</li> <li>• Können Kriterien für die Fertigung aus gegebenen Bauteilanforderungen ableiten und davon geeignete Fertigungsverfahren oder Kombinationen auswählen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Abgeschlossene GOP
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Michaeli,W.: Einführung in die Kunststoffverarbeitung, Hanser Verlag 2004</p> <p>Limper, A.: Verfahrenstechnik der Thermoplastextrusion, Hanser Verlag 2011</p> <p>Ehrenstein, G.W.: Handbuch Kunststoff-Verbindungstechnik, Hanser Verlag 2004</p> <p>Johannaber, F.: Handbuch Spritzgießen, Hanser Verlag 2001</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97130	<b>Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics</b> (Linear continuum mechanics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Tutorium zur Linearen Kontinuumsmechanik (2 SWS) Vorlesung: Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (2 SWS) Übung: Übungen zur Linearen Kontinuumsmechanik (2 SWS) Sonstige Lehrveranstaltung: Tutoreinführung zur Linearen Kontinuumsmechanik (2 SWS)	- - - -
3	Lehrende	Dominic Soldner Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann Emely Schaller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann
5	<b>Inhalt</b>	<p>Grundlagen der geometrisch linearen Kontinuumsmechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometrisch lineare Kinematik</li> <li>• Spannungen</li> <li>• Bilanzsätze</li> </ul> <p>Anwendung auf elastische Problemstellungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialbeschreibung</li> <li>• Variationsprinzipie</li> </ul> <p>Contents</p> <p>Basic concepts in linear continuum mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematics</li> <li>• Stress tensor</li> <li>• Balance equations</li> </ul> <p>Application in elasticity theory</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitutive equations</li> <li>• Variational formulation</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen das Tensoralkül in kartesischen Koordinaten</li> <li>• verstehen und beherrschen die geometrisch lineare Kontinuumskinematik</li> <li>• verstehen und beherrschen geometrisch lineare Kontinuumsbilanzaussagen</li> <li>• verstehen und beherrschen geometrisch lineare, thermoelastische Kontinuumsstoffgesetze</li> <li>• verstehen und beherrschen den Übergang zur geometrisch linearen FEM</li> </ul>

		<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• master tensor calculus in cartesian coordinates</li> <li>• understand and master geometrically linear continuum kinematics</li> <li>• understand and master geometrically linear continuum balance equations</li> <li>• understand and master geometrically linear, thermoelastic material laws</li> <li>• understand and master the transition to geometrically linear FEM</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Kenntnisse aus dem Modul "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre"</p> <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>.</p> <p>The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (90 Minuten)</p> <p>Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 71301)</p>

		<p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5.0 ECTS          Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %          Prüfungssprache: Deutsch und Englisch</p> <p>Erstablingung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023</p> <table border="1" data-bbox="616 546 1481 598"> <tr> <td>1. Prüfer:</td> <td>Paul Steinmann</td> </tr> </table>	1. Prüfer:	Paul Steinmann
1. Prüfer:	Paul Steinmann			
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester		
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h		
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester		
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch		
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malvern: Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall 1969</li> <li>• Gurtin: An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press 1981</li> <li>• Bonet, Wood: Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge University Press 1997</li> <li>• Holzapfel: Nonlinear Solid Mechanics, Wiley 2000</li> </ul>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 537468	<b>Materialmodellierung und -simulation</b> (Material modeling and simulation (TAF solid mechanics and dynamics))	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Materialmodellierung und -simulation (4 SWS)	-
3	Lehrende	Paras Kumar PD Dr. Julia Mergheim	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Julia Mergheim Dr.-Ing. Gunnar Possart	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Materialmodellierung</li> <li>• Plastizität und Viskoplastizität</li> <li>• Viskoelastizität in 1D</li> <li>• zugehörige Integrationsalgorithmen</li> <li>• Tensornotation, Elastizität in 3D</li> <li>• Plastizität und Viskoplastizität in 3D</li> <li>• Viskoelastizität in 3D</li> <li>• zugehörige Integrationsalgorithmen</li> <li>• ---</li> <li>• Fundamentals of material modeling</li> <li>• Plasticity and viscoplasticity</li> <li>• Viscoelasticity in 1D</li> <li>• related integration algorithms</li> <li>• Tensor notation, elasticity in 3D</li> <li>• Plasticity and viscoplasticity in 3D</li> <li>• Viscoelasticity in 3D</li> <li>• related integration algorithms</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind vertraut mit unterschiedlichem Materialverhalten</li> <li>• können unterschiedliches Materialverhalten modellieren (elastisch, plastisch,...)</li> <li>• kennen geeignete Integrationsalgorithmen</li> <li>• verstehen die numerische Umsetzung der Modelle</li> <li>• ---</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are familiar with different material behaviour</li> <li>• can model various material behavior (elastic, plastic, ...)</li> <li>• know suitable integration algorithms</li> <li>• understand the numerical implementation of the models</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Grundkenntnisse in Kontinuumsmechanik und der Linearen Finite Elemente Methode</p> <p>Basic knowledge of continuum mechanics and the linear finite element method</p>	

		<p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a></p> <p>einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>.</p> <p>The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.</p>		
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1		
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222		
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>mündlich Sprache der Prüfung: Englisch</p> <p>Language of examination: English</p> <p>Materialmodellierung und -simulation (TAF Solid Mechanics and Dynamics) (Prüfungsnummer: 537468)(englischer Titel: Material modeling and simulation (TAF Solid Mechanics and Dynamics))</p> <p>Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %</p> <p>Erstablingung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024</p> <table border="1" data-bbox="616 1928 1481 1980"> <tr> <td>1. Prüfer:</td> <td>Julia Mergheim</td> </tr> </table>	1. Prüfer:	Julia Mergheim
1. Prüfer:	Julia Mergheim			

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simo and Hughes: Computational Inelasticity. Springer-Verlag, 2000.</li> <li>• Lemaitre and Chaboche: Mechanics of Solid Materials. Cambridge University Press, 1990.</li> <li>• Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials. Springer Verlag, 2000.</li> <li>• Ottosen and Ristinmaa: The Mechanics of Constitutive Modeling. Elsevier, 2005.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92347	<b>Mechatronic components and systems (MCS)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mechatronic components and systems (2 SWS) Übung: Mechatronic components and systems (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Rodrigo Jose Velasco Guillen	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	
5	<b>Inhalt</b>	<p>System thinking and integration</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interactions of hardware and software</li> <li>- Engineering design methods</li> </ul> <p>Mechanical components</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energy conductors and transformers</li> <li>- Control elements and energy storages</li> </ul> <p>Actuators</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Electrodynamical and electromagnetic actuators</li> <li>- Fluid actuators and unconventional actuators</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensors for measuring mechanical quantities</li> <li>• Control and information processing</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>On successful completion of this module, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holistically understand mechatronic systems and optimize them using methods of system integration, control, and information processing.</li> <li>• Grundlegende mechanische Komponenten unterscheiden, charakterisieren, modellieren und im Rahmen des Systementwurfs auswählen und dimensionieren.</li> <li>• Distinguish, characterize, model, and select basic mechanical components to dimension them in terms of system design.</li> <li>• Describe electrodynamic, electromagnetic, fluid power, and unconventional actuators phenomenologically and mathematically to dimension them considering the overall system.</li> <li>• Describe sensors for measuring mechanical quantities phenomenologically and mathematically and dimension them taking into account the overall system.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	



8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20192 M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker.</li> <li>• Isermann, R. (2007). Mechatronische Systeme: Grundlagen. Springer.</li> <li>• Janocha, H. (Ed.). (2013). Aktoren: Grundlagen und Anwendungen. Springer</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97270	<b>Mehrkörperdynamik</b> (Multibody dynamics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Mehrkörperdynamik (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Mehrkörperdynamik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik für Systeme gekoppelter starrer Körper</li> <li>• Dreidimensionale Rotationen</li> <li>• Newton-Euler-Gleichungen des starren Körpers</li> <li>• Bewegungsgleichungen für Systeme gekoppelter Punktmassen/starrer Körper</li> <li>• Parametrisierung in generalisierten Koordinaten und in redundanten Koordinaten</li> <li>• Untermannigfaltigkeiten, Tangential- und Normalraum</li> <li>• Nichtinertialkräfte</li> <li>• Holonome und nicht-holonome Bindungen</li> <li>• Bestimmung der Reaktionsgrößen in Gelenken</li> <li>• Indexproblematik bei numerischen Lösungsverfahren für nichtlineare Bewegungsgleichungen mit Bindungen</li> <li>• Steuerung in Gelenken</li> <li>• Topologie von Mehrkörpersystemen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen das innere, äußere und dyadische Produkt von Vektoren.</li> <li>• kennen die einfache und zweifache Kontraktion von Tensoren.</li> <li>• kennen den Satz von Euler für die Fixpunktdrehung.</li> <li>• kennen mehrere Möglichkeiten, dreidimensionale Rotationen zu parametrisieren (etwa Euler-Winkel, Cardan-Winkel oder Euler-Rodrigues-Parameter).</li> <li>• kennen die Problematik mit Singularitäten bei Verwendung dreier Parameter.</li> <li>• kennen die <math>SO(3)</math> und <math>so(3)</math>.</li> <li>• kennen den Zusammenhang zwischen Matrixexponentialfunktion und Drehzeiger.</li> <li>• kennen die Begriffe Untermannigfaltigkeit, Tangential- und Normalraum.</li> <li>• kennen die Begriffe Impuls und Drall eines starren Körpers.</li> <li>• kennen den Aufbau der darstellenden Matrix des Trägheitstensors eines starren Körpers.</li> <li>• kennen den Satz von Huygens-Steiner.</li> <li>• kennen die Begriffe holonom-skleronome und holonom-rheonome Bindungen.</li> </ul>	

- kennen den Begriff des differentiellen Indexes eines differential-algebraischen Gleichungssystems.
- kennen die expliziten und impliziten Reaktionsbedingungen in den Gelenken von Mehrkörpersystemen.
- kennen aus Dreh- und Schubgelenken zusammensetzbare Gelenke.
- kennen niedrige und höhere Elementenpaare.
- kennen den Unterschied zwischen offenen und geschlossenen Mehrkörpersystemen.
- kennen den Satz über Hauptachsentransformation symmetrischer reeller Matrizen.
- kennen die nichtlinearen Effekte bei der Kreiselbewegung.

#### Verstehen

#### Die Studierenden:

- verstehen den Unterschied zwischen (physikalischen) Tensoren/Vektoren und (mathematischen) Matrizen/Tripeln.
- verstehen den Relativkinematik-Kalkül auf Lage, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsebene.
- verstehen, wie sich die Matrix des Trägheitstensors bei Translation und Rotation transformiert.
- verstehen die Trägheitseigenschaften eines starren Körpers.
- verstehen den Unterschied zwischen eingepprägten Kräften und Reaktionskräften.
- verstehen den Unterschied zwischen expliziten und impliziten Reaktionsbedingungen.
- verstehen den Impuls- und Drallsatz (Newton-Euler-Gleichungen) für den starren Körper.
- verstehen die mechanischen Effekte, die auftretende Nichtinertialkräfte bewirken.
- verstehen, dass die  $SO(3)$  (multiplikative) Gruppenstruktur, die  $so(3)$  (additive) Vektorraumstruktur trägt.
- verstehen, warum dreidimensionale Rotationen nicht kommutativ sind.
- verstehen, welche Drehungen um Hauptachsen stabil, welche instabil sind.
- verstehen das Verfahren der Indexreduktion für die auftretenden differential-algebraischen Systeme.
- verstehen das Phänomen des Wegdriftens bei indexreduzierten Formulierungen der Bewegungsgleichungen.
- verstehen, wie man dem Wegdriften entgegenwirken kann.
- verstehen die analytische Lösung der Euler-Gleichungen des kräftefreien symmetrischen Kreisels.
- verstehen die Poincaré-Beschreibung des kräftefreien Kreisels.
- verstehen die Beweise der zugehörigen analytischen Zusammenhänge, einschließlich der Voraussetzungen.

## Anwenden

Die Studierenden:

- können Koeffizienten von Vektoren und Tensoren zwischen verschiedenen Koordinatensystemen transformieren.
- können den Relativkinematik-Kalkül anwenden, d.h. mehrere Starrkörperbewegungen miteinander verketteten.
- können Rotationen aktiv und passiv interpretieren.
- können allgemein mit generalisierten Koordinaten umgehen.
- können die Winkelgeschwindigkeit zu einer gegebenen Parametrisierung der Rotationsmatrix berechnen.
- können zu einer gegebenen Untermannigfaltigkeit Normal- und Tangentialraum bestimmen.
- können den Impuls- und Drallsatz auf starre Körper anwenden.
- können die Bindungen auf Lage-, Geschwindigkeits und Beschleunigungsebene bestimmen.
- können die Bewegungsgleichungen dynamischer Systeme in minimalen generalisierten Koordinaten aufstellen.
- können die Bewegungsgleichungen dynamischer Systeme in redundanten Koordinaten aufstellen.
- können letztere in erstere überführen.
- können die Lagrange-Multiplikatoren sowie die zugehörigen Reaktionskräfte systematisch als Funktion der Lage- und Geschwindigkeitsgrößen berechnen.
- können geeignete Nullraum-Matrizen finden.
- können die Reaktionskräfte in den Bewegungsgleichungen via Nullraummatrix eliminieren.
- können das Verfahren der Indexreduktion auf die Bewegungsgleichungen in redundanten Koordinaten anwenden.
- können den Index alternativer Formulierungen der Bewegungsgleichungen (etwa GGL-Formulierung) berechnen.
- können das Phänomen des Wegdriftens durch Projektionsverfahren oder Baumgarte-Stabilisierung unterbinden.
- können die translatorische und rotatorische Energie eines starren Körpers berechnen.
- können Hauptträgheitsmomente und -richtungen via Hauptachsentransformation ermitteln.
- können Trägheitsmomente einfacher Körper durch Volumenintegration berechnen.
- können den Satz von Huygens-Steiner anwenden.
- können den Freiheitsgrad holonomer Systeme bestimmen.
- können skleronome und rheonome Gelenke modellieren.
- können Mehrkörpermodelle topologisch und kinematisch klassifizieren.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• können analytische Lösungen der Bewegungsgleichungen (etwa Foucault-Pendel, symmetrischer Kreisel) durch Differentiation verifizieren.</li> <li>• können die dynamische rechte Seite der Bewegungsgleichungen in Matlab implementieren und mit Standard-Zeitintegrationsverfahren lösen.</li> <li>• können die Beweise der wichtigsten mathematischen Sätze eigenständig führen.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können analytische Lösungen der Bewegungsgleichungen (etwa Foucault-Pendel, symmetrischer Kreisel) eigenständig durch Integration bestimmen.</li> <li>• können die Auswirkungen der Zentrifugalmomente eines starren Körpers bei der Auslegung von Maschinen qualitativ und quantitativ beurteilen.</li> </ul> <p>Erschaffen</p> <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Mehrkörpermodelle realer Maschinen mit starren Körpern, Krafterelementen und Gelenken selbstständig aufbauen.</li> <li>• können deren Dynamik durch numerische Simulation analysieren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Dynamik starrer Körper
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schiehlen, Eberhard: Technische Dynamik. Teubner, 2004</li> <li>• Woernle: Mehrkörpersysteme. Eine Einführung in die Kinematik und Dynamik von Systemen starrer Körper. Springer, 2011</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94550	<b>Methode der Finiten Elemente</b> (Finite element methods)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Methode der Finiten Elemente (2 SWS) Tutorium: Tutorium zur Methode der Finiten Elemente (0 SWS) Übung: Übungen zur Methode der Finiten Elemente (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Kai Willner Michael Lengger Michael Lengger Michael Lengger Dr.-Ing. Gunnar Possart	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Kai Willner
5	<b>Inhalt</b>	<p>Modellbildung und Simulation</p> <p>Mechanische und mathematische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Prinzip der virtuellen Verschiebungen</li> <li>• Die Methode der gewichteten Residuen</li> </ul> <p>Allgemeine Formulierung der FEM</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formfunktionen</li> <li>• Elemente für Stab- und Balkenprobleme</li> <li>• Locking-Effekte</li> <li>• Isoparametrisches Konzept</li> <li>• Scheiben- und Volumenelemente</li> </ul> <p>Numerische Umsetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Quadratur</li> <li>• Assemblierung und Einbau von Randbedingungen</li> <li>• Lösen des linearen Gleichungssystems</li> <li>• Lösen des Eigenwertproblems</li> <li>• Zeitschrittintegration</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Diskretisierungsverfahren zur Behandlung kontinuierlicher Systeme.</li> <li>• Die Studierenden kennen das prinzipielle Vorgehen bei der Diskretisierung eines mechanischen Problems mit der Methode der finiten Elementen und die entsprechenden Fachtermini wie Knoten, Elemente, Freiheitsgrade etc.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Verschiebungsdifferentialgleichungen für verschiedene Strukturelemente wie Stäbe, Balken, Scheiben und das 3D-Kontinuum.</li> </ul>

- Die Studierenden kennen die Methode der gewichteten Residuen in verschiedenen Varianten.
- Die Studierenden kennen das Prinzip der virtuellen Arbeiten in den verschiedenen Ausprägungen fuer Stäbe, Balken, Scheiben und das 3D-Kontinuum.
- Die Studierenden kennen verschiedene Randbedingungstypen und ihre Behandlung im Rahmen der Methode der gewichteten Residuen bzw. des Prinzips der virtuellen Verschiebungen.
- Die Studierenden kennen die Anforderungen an die Ansatz- und Wichtungsfunktionen und können die gängigen Formfunktionen für verschiedene Elementtypen angeben.
- Die Studierenden kennen das isoparametrische Konzept.
- Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Quadratur.
- Die Studierenden kennen Verfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme, zur Lösung von Eigenwertproblemen und zur numerischen Zeitschrittintegration.

#### Verstehen

- Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen der Methode der gewichteten Residuen und dem Prinzip der virtuellen Arbeiten bei mechanischen Problemen.
- Die Studierenden verstehen den Unterschied zwischen schubstarrer und schubweicher Balkentheorie sowie die daraus resultierenden unterschiedlichen Anforderungen an die Ansatzfunktionen.
- Die Studierenden verstehen das Problem der Schubversteifung.
- Die Studierenden können das isoparametrische Konzept erläutern, die daraus resultierende Notwendigkeit numerischer Quadraturverfahren zur Integration der Elementmatrizen und das Konzept der zuverlässigen Integration erklären.
- Die Studierenden können den Unterschied zwischen Lagrange- und Serendipity-Elementen sowie die jeweiligen Vor- und Nachteile erläutern.

#### Anwenden

- Die Studierenden können ein gegebenes Problem geeignet diskretisieren, die notwendigen Indextafeln aufstellen und die Elementmatrizen zu Systemmatrizen assemblieren.
- Die Studierenden können die Randbedingungen eintragen und das Gesamtsystem entsprechend partitionieren.
- Die Studierenden können polynomiale Formfunktionen vom Lagrange-, Serendipity- und Hermite-Typ konstruieren.
- Die Studierenden können für die bekannten Elementtypen die Elementmatrizen auf analytischen bzw. numerischen Weg berechnen.

		<p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können für eine gegebene, lineare Differentialgleichung die schwache Form aufstellen, geeignete Formfunktionen auswählen und eine entsprechende Finite-Elemente-Formulierung aufstellen.</li> </ul>		
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.</p>		
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1		
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222		
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (60 Minuten)</p> <p>Methode der Finiten Elemente (Prüfungsnummer: 45501)</p> <p>(englischer Titel: Finite Element Methods)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %</p> <p>Erstablingung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024</p> <table border="1" data-bbox="616 1744 1471 1798"> <tr> <td>1. Prüfer:</td> <td>Kai Willner</td> </tr> </table>	1. Prüfer:	Kai Willner
1. Prüfer:	Kai Willner			
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester		



13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Knothe, Wessels: Finite Elemente, Berlin:Springer</li><li>• Hughes: The Finite Element Method, Mineola:Dover</li></ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97160	<b>Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren</b> (Methodical and computer-aided design)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren (3 SWS) Übung: Übungen zu Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren (1 SWS)	- -
3	Lehrende	Harald Völkl Martin Denk	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>I. Der Konstruktionsbereich</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stellung im Unternehmen</li> <li>• Berufsbild des Konstrukteurs/Produktentwicklers</li> <li>• Engpass Konstruktion</li> <li>• Möglichkeiten der Rationalisierung</li> </ul> <p><b>II. Konstruktionsmethodik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen</li> <li>• Allgemein einsetzbare Lösungs- und Beurteilungsmethoden - Werkzeuge</li> <li>• Vorgehensweise im Konstruktionsprozess</li> <li>• Entwickeln von Baureihen- und Baukastensystemen</li> </ul> <p><b>III. Rechnerunterstützung in der Konstruktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Rechneinsatzes in der Konstruktion</li> <li>• Durchgängiger Rechneinsatz im Konstruktionsprozess</li> <li>• Datenaustausch</li> <li>• Konstruktionssystem [mfk]</li> <li>• Einführung von CAD-Systemen und Systemwechsel</li> <li>• Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen</li> </ul> <p><b>IV. Neue Denk- und Organisationsformen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrierte Produktentwicklung</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b><u>Fachkompetenz</u></b></p> <p><b>Wissen</b></p> <p>Im Rahmen von MRK erwerben Studierende Kenntnisse zum Ablauf sowie zu den theoretischen Hintergründen des methodischen Produktentwicklungsprozesses. Wesentlicher Lehrinhalt der Vorlesung sind ebenfalls Theorie und Einsatz der hierfür unterstützend einzusetzenden rechnerbasierten Methoden und Werkzeuge. Studierende kennen konkrete Termini, Definitionen, Verfahren und Merkmale in folgenden Bereichen:</p>

- Wissen über intuitive sowie diskursive Kreativitätstechniken: Brainstorming, Methode 6-3-5, Delphi-Methode oder Konstruktionskataloge
- Wissen über Entwicklungsmethoden: Reverse Engineering, Patentrecherche, Bionik, Innovationsmethoden (z. B. TRIZ)
- Wissen über methodische Bewertungsmethoden: Technisch-Wirtschaftliche Bewertung, Nutzwertanalyse, Wertanalyse
- Wissen über Vorgehensmodelle: z. B.: Vorgehen nach Pahl/Beitz, VDI 2221, VDI 2206
- Wissen zu Baukasten-, Baureihen- und Plattformstrategien

Studierende lernen im Bereich Rechnerunterstützung die Rationalisierungsmöglichkeiten in der Produktentwicklung durch den Rechnereinsatz kennen. Sie erlernen, einen entsprechend effizient gestalteten Entwicklungsprozess selbst umzusetzen, mit Hilfe der heute in Wissenschaft und Industrie eingesetzten, rechnerunterstützten Methoden und Werkzeuge:

- Wissen über Rechnerunterstützte Produktmodellierung durch Computer Aided Design (CAD)
- Wissen über Theorie und das anwendungsrelevante Wissen der Wissensbasierten Produktentwicklung
- Wissen über Rechnerunterstützte Berechnungsmethoden (Computer Aided Engineering CAE). Hier insbesondere Wissen über Theorie sowie Anwendungsfelder der Finiten Elemente Methode (FEM), Mehrkörpersimulation (MKS), Strömungssimulation (kurze Einführung)
- Wissen über Austauschformate für Konstruktions- und Berechnungsdaten
- Wissen über Produktentwicklung durch Virtual Reality
- Wissen über Weiterverarbeitung von virtuellen Produktmodellen
- Wissen über Migrationsstrategien beim Einsatz neuer CAD/CAE-Werkzeuge

### **Verstehen**

Studierende verstehen grundlegende Abläufe und Zusammenhänge bei der methodischen Produktentwicklung sowie den Einsatz moderner CAE-Verfahren bei der Entwicklung von Produkten. Im Einzelnen bedeutet dies:

- Verstehen der Denk- und Vorgehensweise von Produktentwicklern
- Beschreiben von Bewertungsmethoden
- Darstellen methodischer Abläufe in der Produktentwicklung (u.a. Pahl/Beitz, VDI2221)
- Erklären von Rationalisierungsmöglichkeiten in der Produktentwicklung (z.B. Baukästen und reihen)
- Erklären von CAD-Modellen in Bezug auf Vor- und Nachteile, Aufbau, Nutzen

- Verstehen der wissensbasierten Produktentwicklung
- Erläutern der Grundlagen der Finite-Elemente-Methoden
- Beschreiben von CAE-Methoden und der Nutzen bzw. Einsatzgebiet
- Beschreiben der Unterschiede zwischen den CAE-Methoden
- Verstehen und beschreiben unterschiedlicher Datenaustauschformate in der Produktentwicklung sowie die Weiterverarbeitung der Daten
- Beschreiben von Virtual Reality in der Produktentwicklung

### **Anwenden**

Im Rahmen der MRK-Methodikübung stellen Studierende Bewertungsmatrizen auf und leiten eigenständig Lösungsvorschläge für ein Bewertungsproblem ab. Weiterhin erarbeiten Studierende unter Zuhilfenahme methodischer Werkzeuge Konzepte für konkrete Entwicklungsaufgaben. In der MRK-Rechnerübung werden folgende gestalterische Tätigkeiten ausgeführt:

- Erzeugung von Einzelteilen im CAD durch Modellieren von Volumenkörpern unter Berücksichtigung einer robusten Modellierungsstrategie. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Definieren von Geometriereferenzen und zweidimensionalen Skizzen als Grundlage für Konstruktionselemente; Erzeugen von Volumenkörpern mit Hilfe der Konstruktionselemente Profilextrusion, Rotation, Zug und Verbund; Erstellen parametrischer Beziehungen zum Teil mit diskreten Parametersprüngen
- Erstellen von Baugruppen durch Kombination von Einzelteilen in einer CAD-Umgebung. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Erzeugung der notwendigen Relationen zwischen den Bauteilen; Steuerung unterschiedlicher Einbaupositionen über Parameter; Mustern wiederkehrender (Norm-)Teile; Steuerung von Unterbaugruppen über Bezugsskelettmodelle
- Ableiten norm-, funktions- und fertigungsgerechter Zusammenbauzeichnungen aus den 3D-CAD-Modellen, welche den Regeln der Technischen Darstellungslehre folgen.
- Erzeugung von Finite Elemente Analysemodellen der im vorherigen erstellten Baugruppen. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Defeaturing (Reduktion der Geometrie auf die wesentlichen, die Berechnung beeinflussenden Elemente); Erstellung von benutzerdefinierten Berechnungsnetzen; Definition von Lager- und Last-Randbedingungen; Interpretation der Analyseergebnisse

### **Analysieren**

Die Studierenden können nach Besuch der Veranstaltung Produktentwicklungsprozesse in Unternehmen analysieren und strukturieren. Zudem können Studierende Methoden zur

Bewertung und Entscheidung bei der Produktentwicklung anwenden. Sie unterscheiden zwischen verschiedenen CAE-Methoden und stellen diese einander gegenüber.

### **Evaluieren (Beurteilen)**

Anhand der erlernten Methoden und Möglichkeiten zur Rechnerunterstützung schätzen die Studierenden deren Eignung für unbekannte Problemstellungen ein und beurteilen diese. Darüber hinaus können Studierende nach der Veranstaltung Produktentwicklungsprozesse kritisch hinterfragen und wichtige Entscheidungskriterien bei der Produktentwicklung aufstellen.

### **Erschaffen**

Die Studierenden werden durch die erlernten Grundlagen befähigt, CAD- und CAE-Modelle zur Simulation anderer Problemstellung zu erstellen sowie die erlernten methodischen Ansätze in der Entwicklung innovativer Produkte zu nutzen. Darüber hinaus werden spezielle Innovationsmethoden gelehrt, die die Entwicklung neuartiger Produkt unterstützen.

### **Lern- bzw. Methodenkompetenz**

Die Studierenden sind in der Lage, selbständig die vermittelten Entwicklungsmethoden, Vorgehensmodelle sowie die aufgeführten rechnerunterstützten Methoden und Werkzeuge anzuwenden. Grundlage hierfür bildet das in der Vorlesung vermittelte Hintergrundwissen. Der sichere Umgang beim praktischen Einsatz des Lerninhalts wird durch spezielle Übungseinheiten zu den Themen Entwicklungsmethodik sowie Rechnerunterstützung ermöglicht.

### **Selbstkompetenz**

Die Studierenden erarbeiten sich speziell im Übungsbetrieb Organisationsfähigkeiten zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen. Weiterhin nehmen die Studierenden eine objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. bei der Vorstellung eigener Lösungen im Rahmen des Übungsbetriebs) als auch in sozialer

		<p>Hinsicht (u. a. bei der Erarbeitung von Lösungen bzw. bei der Kompromissfindung in Gruppenarbeiten) vor.</p> <p><b><u>Sozialkompetenz</u></b></p> <p>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 Betreuende und Mitstudierende wertschätzendes Feedback.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Pahl//Beitz: *Konstruktionslehre*, Springer Verlag, Berlin.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 837601	<b>Mikromechanik</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mikromechanik (2 SWS)	-
3	Lehrende	PD Dr. Julia Mergheim	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Julia Mergheim
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der linearen Kontinuumsmechanik</li> <li>• Elastizität</li> <li>• mean-field approaches und variational bounding methods</li> <li>• numerische Homogenisierung</li> <li>• FE<sup>2</sup> Methode</li> <li>• weitere Multiskalen-Methoden</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind vertraut mit den theoretischen Grundlagen der Mikromechanik</li> <li>• können analytische Homogenisierungsmethoden einsetzen</li> <li>• kennen geeignete Homogenisierungsverfahren</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Grundkenntnisse in Kontinuumsmechanik</p> <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>mündlich</p> <p>Mikromechanik (Prüfungsnummer: 837601)</p> <p>Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %</p>

		Erstablingung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023, 2. Wdh.: keine Wiederholung		
		<table border="1"> <tr> <td>1. Prüfer:</td> <td>Julia Mergheim</td> </tr> </table>	1. Prüfer:	Julia Mergheim
1. Prüfer:	Julia Mergheim			
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester		
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h		
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester		
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch		
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!		



1	<b>Modulbezeichnung</b> 44260	<b>Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements</b> (Nonlinear finite elements)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Nichtlineare Finite Elemente (2 SWS) Vorlesung: Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dominic Soldner PD Dr. Julia Mergheim	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Julia Mergheim Dr.-Ing. Gunnar Possart
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der nichtlinearen Kontinuumsmechanik</li> <li>• geometrische und materielle Nichtlinearitäten</li> <li>• Herleitung und Diskretisierung der schwachen Form in materieller und räumlicher Darstellung</li> <li>• konsistente Linearisierung</li> <li>• iterative Lösungsverfahren für nichtlineare Probleme</li> <li>• Lösungsverfahren für transiente Probleme</li> <li>• diskontinuierliche Finite Elemente</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic concepts in nonlinear continuum mechanics</li> <li>• Geometric and material nonlinearities</li> <li>• Derivation and discretization of the weak form in the material and spatial configuration</li> <li>• Consistent linearization</li> <li>• Iterative solution methods for nonlinear problems</li> <li>• Solution methods for transient problems</li> <li>• Discontinuous finite elements</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind vertraut mit der grundlegenden Idee der nichtlinearen Finiten Element Methode</li> <li>• können nichtlineare Probleme der Kontinuumsmechanik modellieren</li> <li>• kennen geeignete Lösungsverfahren für nichtlineare Problemstellungen</li> <li>• kennen geeignete Lösungsverfahren für transiente Probleme</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are familiar with the basic concept of the finite element method</li> <li>• are able to model nonlinear problems in continuum mechanics</li> <li>• are familiar with solution algorithms for nonlinear problems</li> <li>• are familiar with solution methods for transient problems</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundkenntnisse in "Kontinuumsmechanik" und der "Methode der Finiten Elemente"

		<p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter</p> <p><a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a></p> <p>einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at</p> <p><a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>.</p> <p>The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.</p>		
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1		
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222		
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (60 Minuten)</p> <p>Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (Prüfungsnummer: 42601)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet, 5.0 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %</p> <p>Erstablingung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023, 2. Wdh.: keine Wiederholung</p> <table border="1" data-bbox="614 1854 1469 1906"> <tr> <td>1. Prüfer:</td> <td>Julia Mergheim</td> </tr> </table>	1. Prüfer:	Julia Mergheim
1. Prüfer:	Julia Mergheim			
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)		

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wriggers: Nichtlineare Finite Element Methoden, Springer 2001</li> <li>• Crisfield: Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, Wiley, 2003</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 342006	<b>Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics</b> (Nonlinear continuum mechanics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Nichtlinearen Kontinuumsmechanik (2 SWS)  Vorlesung: Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear continuum mechanics (2 SWS)	-  -
3	Lehrende	Dominic Soldner Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Kinematics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Displacement and deformation gradient</li> <li>• Field variables and material (time) derivatives</li> <li>• Lagrangian and Eulerian framework</li> </ul> <p>Balance equations</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stress tensors in the reference and the current configuration</li> <li>• Derivation of balance equations</li> </ul> <p>Constitutive equations</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic requirements, frame indifference</li> <li>• Elastic material behaviour, Neo-Hooke</li> </ul> <p>Variational formulation and solution by the finite element method</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linearization</li> <li>• Discretization</li> <li>• Newton method</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnis über Feldgrößen (Deformation, Verschiebungen, Verzerrungen und Spannungen) als orts- und zeitabhängige Größen im geometrisch nichtlinearen Kontinuum.</li> <li>• verstehen die Zusammenhänge zwischen der Lagrange'schen und Euler'schen Darstellung der kinematischen Beziehungen und Bilanzgleichungen.</li> <li>• können die konstitutiven Gleichungen für elastisches Materialverhalten auf Grundlage thermodynamischer Betrachtungen ableiten.</li> <li>• können die vorgestellten Theorien im Rahmen der finiten Elementmethode für praktische Anwendungen reflektieren.</li> </ul> <p>*Objectives*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• obtain profound knowledge on the description of field variables in non-linear continuum theory</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• know the relation/transformation between the Lagrangian and the Eulerian framework</li> <li>• are able to derive constitutive equations for elastic materials on the basis of thermodynamic assumptions</li> <li>• are familiar with the basic concept of variational formulations and how to solve them within a finite element framework</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Kenntnisse aus dem Modul ["Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre"] und ["Lineare Kontinuumsmechanik"]
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betten: Kontinuumsmechanik, Berlin:Springer 1993</li> <li>• Altenbach, Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Stuttgart:Teubner 1994</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97260	<b>Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics</b> (Nonlinear continuum mechanics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Nichtlinearen Kontinuumsmechanik (2 SWS)  Vorlesung: Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear continuum mechanics (2 SWS)	-  -
3	Lehrende	Dominic Soldner Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Kinematics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Displacement and deformation gradient</li> <li>• Field variables and material (time) derivatives</li> <li>• Lagrangian and Eulerian framework</li> </ul> <p>Balance equations</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stress tensors in the reference and the current configuration</li> <li>• Derivation of balance equations</li> </ul> <p>Constitutive equations</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic requirements, frame indifference</li> <li>• Elastic material behaviour, Neo-Hooke</li> </ul> <p>Variational formulation and solution by the finite element method</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linearization</li> <li>• Discretization</li> <li>• Newton method</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnis über Feldgrößen (Deformation, Verschiebungen, Verzerrungen und Spannungen) als orts- und zeitabhängige Größen im geometrisch nichtlinearen Kontinuum.</li> <li>• verstehen die Zusammenhänge zwischen der Lagrange'schen und Euler'schen Darstellung der kinematischen Beziehungen und Bilanzgleichungen.</li> <li>• können die konstitutiven Gleichungen für elastisches Materialverhalten auf Grundlage thermodynamischer Betrachtungen ableiten.</li> <li>• können die vorgestellten Theorien im Rahmen der finiten Elementmethode für praktische Anwendungen reflektieren.</li> </ul> <p>*Objectives*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• obtain profound knowledge on the description of field variables in non-linear continuum theory</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• know the relation/transformation between the Lagrangian and the Eulerian framework</li> <li>• are able to derive constitutive equations for elastic materials on the basis of thermodynamic assumptions</li> <li>• are familiar with the basic concept of variational formulations and how to solve them within a finite element framework</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Kenntnisse aus den Modulen "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre" und "Lineare Kontinuumsmechanik"</p> <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>.</p> <p>The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (90 Minuten) Sprache der Prüfung: Deutsch und Englisch</p> <p>Language of examination: German and English</p> <p>Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 72601)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5 ECTS</p>

		<p>Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %</p> <p>Erstablingung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024</p>		
		<table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table> <p>Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 342006)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5 ECTS</p> <p>Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %</p> <p>Erstablingung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024</p>		
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester		
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h		
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester		
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch		
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betten: Kontinuumsmechanik, Berlin:Springer 1993</li> <li>• Altenbach, Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Stuttgart:Teubner 1994</li> </ul>		



1	<b>Modulbezeichnung</b> 97265	<b>Numerische und experimentelle Modalanalyse</b> (Numerical and experimental modal analysis)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Numerischen und Experimentellen Modalanalyse (2 SWS) Vorlesung: Numerische und Experimentelle Modalanalyse (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Özge Akar Prof. Dr.-Ing. Kai Willner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Kai Willner
5	<b>Inhalt</b>	<p>Numerische Modalanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Numerische Lösung des Eigenwertproblems</li> <li>Modale Reduktion</li> <li>Dämpfungs-, Massen- und Punktmassenmatrizen</li> <li>Lösung der Bewegungsgleichungen, Zeitschrittintegration</li> </ul> <p>*Experimentelle Modalanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Signalanalyse: Fourier-Transformation, Aliasing, Leakage</li> <li>Experimentelle Analyse im Zeit- und Frequenzbereich</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die analytische Lösung für die freie Schwingung einfacher Kontinua wie Stab und Balken.</li> <li>Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Lösung des Eigenwertproblems.</li> <li>Die Studierenden kennen die Methode der modalen Reduktion.</li> <li>Die Studierenden kennen verschiedene Möglichkeiten der Dämpfungsbeschreibung.</li> <li>Die Studierenden kennen den Unterschied zwischen der konsistenten Massenmodellierung und Punktmassen.</li> <li>Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Zeitschrittintegration.</li> <li>Die Studierenden kennen die Grundlagen der Signalanalyse im Frequenzbereich auf der Basis der Fouriertransformation.</li> <li>Die Studierenden kennen die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der numerischen und experimentellen Modalanalyse.</li> <li>Die Studierenden kennen die prinzipielle Vorgehensweise bei der experimentellen Modalanalyse sowie die entsprechenden Fachtermini.</li> <li>Die Studierenden kennen verschiedene Messaufnehmer und Anregungsverfahren.</li> <li>Die Studierenden kennen die verschiedenen Übertragungsfrequenzgänge und Verfahren zur Bestimmung der modalen Parameter.</li> <li>Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Überprüfung der Linearität eines Systems.</li> </ul>

## Verstehen

- Die Studierenden können die Probleme bei der numerischen Dämpfungsmodellierung erläutern.
- Die Studierenden können die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Massenmodellierungen erklären sowie den Einfluss auf die Eigenwerte bei verschiedenen Elementtypen erläutern.
- Die Studierenden verstehen das Shannonsche Abtasttheorem und können damit den Einfluss von Abtastauflösung und Abtastlänge auf das Ergebnis der diskreten Fouriertransformation erläutern.
- Die Studierenden können die Probleme des Aliasing und des Leakage erklären und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Reduktion dieser Fehler erläutern.
- Die Studierenden verstehen den Einfluß verschiedener Lagerungs- und Anregungsarten der zu untersuchenden Struktur auf das Messergebnis.
- Die Studierenden verstehen den Zusammenhang der verschiedenen Übertragungsfrequenzgänge und können diesen zum Beispiel anhand der Nyquist-Diagramme erklären.

## Anwenden

- Die Studierenden können das Verfahren der simultanen Vektoriteration zur Bestimmung von Eigenwerten und -vektoren implementieren.
- Die Studierenden können verschiedene Zeitschrittintegrationsverfahren implementieren.
- Die Studierenden können eine Signalanalyse im Frequenzbereich mit Hilfe kommerzieller Programme durchführen.
- Die Studierenden können verschiedene Übertragungsfrequenzgänge ermitteln und daraus die modalen Parameter bestimmen.

## Analysieren

- Die Studierenden können eine geeignete Dämpfungs- und Massenmodellierung für die numerische Modalanalyse auswählen.
- Die Studierenden können ein problemangepasstes Verfahren zur Lösung des Eigenwertproblems auswählen.
- Die Studierenden können ein problemangepasstes Zeitschrittintegrationsverfahren auswählen.
- Die Studierenden können für eine gegebene Messaufgabe einen Versuchsaufbau mit geeigneter Lagerung und Anregung der Struktur konzipieren.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können für eine gegebene Messaufgabe eine passende Abtastrate und -dauer sowie entsprechende Filter bzw. Fensterfunktionen wählen.</li> <li>• Die Studierenden können ein geeignetes Dämpfungsmodell zur Bestimmung der modalen Dämpfungen auswählen.</li> </ul> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können eine numerische Eigenwertlösung anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Dämpfungs- und Massenmodellierung kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen.</li> <li>• Die Studierenden können eine numerische Lösung im Zeitbereich anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Zeitschrittweite etc. kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen.</li> <li>• Die Studierenden können das Ergebnis einer Fourier-Signalanalyse kritisch beurteilen, eventuelle Fehler bei der Messung erkennen und sinnvolle Maßnahmen zur Verbesserung aufzeigen.</li> <li>• Die Studierenden können die experimentell ermittelten modalen Parameter anhand verschiedener Kriterien wie zum Beispiel MAC-Werte beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden können die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Modalanalyse anhand von Linearitätstests überprüfen und beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden können die Ergebnisse einer numerischen und experimentellen Modalanalyse kritisch vergleichen, qualifizierte Aussagen über die jeweilige Modellgüte machen und gegebenenfalls Vorschläge zur Verbesserung machen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Kenntnisse aus dem Modul "Technische Schwingungslehre (TSL)"</p> <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)

		<p>Numerische und experimentelle Modalanalyse (Prüfungsnummer: 72651)</p> <p>(englischer Titel: Numerical and Experimental Modal Analysis)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet, 5.0 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %</p> <p>Erstablingung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023, 2. Wdh.: keine Wiederholung</p> <table border="1" data-bbox="616 931 1481 983"> <tr> <td>1. Prüfer:</td> <td>Kai Willner</td> </tr> </table>	1. Prüfer:	Kai Willner
1. Prüfer:	Kai Willner			
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester		
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h		
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester		
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch		
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bode, H.: Matlab-Simulink: Analyse und Simulation dynamischer Systeme. Stuttgart, Teubner, 2006</li> <li>• Bathe, K.; Finite-Elemente-Methoden. Berlin, Springer, 2001</li> <li>• Ewins, D.J.: Modal Testing. Research Studies Press, 2000</li> </ul>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 66840	<b>Physik der biologischen Materie</b> (Physics of biological matter)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Biophysik/Biomechanik (0 SWS)	7,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Ben Fabry	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ben Fabry
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Kontinuumsmechanik</li> <li>• Thermodynamik elastischer Deformationen</li> <li>• Diffusionsvorgänge in biologischen Medien</li> <li>• Molekulare Motoren</li> <li>• Modelle der Muskelkontraktion</li> <li>• Komponenten des Zellskeletts</li> <li>• Rheology biologischer Materie.</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, Grundlagen der Biophysik mit Schwerpunkt molekularer Fragestellungen darzustellen und zu erklären</li> <li>• können bestimmte physikalische Vorgänge (Diffusion, Deformation) in biologischen Medien nachvollziehen</li> <li>• können Modelle der Muskelkontraktion verstehen und anwenden</li> <li>• sind fähig, das theoretische Fachwissen im Bereich der Physik biologischer Materie in den praktischen Übungen anzuwenden</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 150 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97101	<b>Produktionssystematik</b> (Production systems)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Produktionssystematik (2 SWS) Vorlesung: Produktionssystematik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Alexander Kühl Eva Russwurm Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	
5	<b>Inhalt</b>	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.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach einem Besuch der Vorlesung Produktionssystematik sollen die Studierenden in der Lage sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziele, Strategien, Vision und Mission der Unternehmen beurteilen zu können;</li> <li>• sich in der Aufbau- und Ablauforganisation eines Unternehmen zurecht zu finden;</li> <li>• die Inhalte der wesentlichen Kernprozesse produzierender Unternehmen zu kennen;</li> <li>• die technische und administrative Auftragsabwicklung nachzuvollziehen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97248	<b>Prozess- und Temperaturmesstechnik</b> (Process and temperature metrology)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Prozess- und Temperaturmesstechnik (2 SWS) Übung: Prozess- und Temperaturmesstechnik - Übung (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> <li>• Wägetechnik: Messgrößen Masse und Gewicht, Prototypen, Rückführung und Masseableitung, Neudefinition des kg, Einflüsse auf Massenmessung, Balkenwaagen, Federwaagen, Elektromagnetische Kraftkompensationswaage, Komparatoren</li> <li>• Messen der Dichte: Messgröße Dichte, Einteilung der Dichtemessverfahren, Messverfahren für feste, flüssige und gasförmige Stoffe</li> <li>• Messen des Druckes: Messgröße Druck, Einteilung der Druckmessverfahren, Druckwaagen, Flüssigkeitsmanometer und Barometer, federelastische Druckmessgeräte, Druckmessumformer, Druckmittler, piezoelektrische Druckmessgeräte</li> <li>• Messen des Durchflusses: Messgröße Durchfluss, Einteilung der Durchflussmessverfahren, Volumetrische Messverfahren, Massendurchflussmessung</li> <li>• Messen des Füllstandes und Grenzstandes: Grundlagen (Messgrößen Füllstand und Grenzstand, Behälter, Einteilung), Messverfahren</li> <li>• Messen der Feuchte: Grundlagen (Messgröße Feuchte), Gasfeuchtemessung, Materialfeuchtemessung</li> </ul>

		<p><b>Content:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• Weighing technology: Mass and weight, prototypes, traceability of mass, new definition of the kg, influences on mass measurement, beam balances, spring scales, electromagnetic force compensation, comparators</li> <li>• Measurement of density: Measurand density, Classification of density measurement methods, measurement procedures for solid, liquid and gaseous substances</li> <li>• 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</li> <li>• Measurement of flow: Measurand flow, Classification of flow measurement methods, Volumetric measurement methods, Mass flow measurement</li> <li>• Measurement of filling level and limit state: Fundamentals (Measurands filling level and limit state, tanks, classification), Measuring methods</li> <li>• Measurement of humidity: Fundamentals (Measurand humidity), Gas humidity measurement, Material humidity measurements</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Prozessmesstechnik.</li> <li>• Die Studierenden können Messaufgaben, die Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben.</li> </ul>



		<p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Messergebnissen und der zugrundeliegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von nicht-geometrischen Prozessgrößen.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Messaufgaben in den genannten Bereichen analysieren und beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich Prozessmesstechnik bewerten.</li> <li>• Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Prozess- und Temperaturmesstechnik eigenständig auswählen.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben übertragen.</li> </ul> </li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Besuch der Grundlagen-Vorlesungen  Grundlagen der Messtechnik  (GMT) wird empfohlen.</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5</li> <li>• Bernhard, Frank: Technische Temperaturmessung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2004 ISBN 3-540-62672-7</li> <li>• Freudenberg, Adalbert: Prozeßmeßtechnik. Vogel Buchverlag, 2000 ISBN 978-3802317538</li> <li>• Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage,</li> </ul>

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 Präzision  
überall][http://youtu.be/tQgvr\\_Y3GI0](http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92532	<b>Quantenelektronik II - Quantentechnologien 2</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Quantenelektronik II - Quantentechnologien 2 (2 SWS)  Vorlesung: Quantenelektronik II - Quantentechnologien 2 (2 SWS)	-  -
3	Lehrende	Andre Pointner Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy	
5	<b>Inhalt</b>	Die Vorlesung Einführung in Quantentechnologien 2 vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik die Anwendungen von Quantentechnologien. Die Quantentechnologie ist eine neue Forschungsrichtung, die das Potential besitzt, aktuelle Technologien zu revolutionieren. Den Studierenden wird in dieser Vorlesung die Funktionsweise von Quantensensoren, Quantennetzwerken und Quantencomputer vermittelt.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Verstehen grundlegende Funktionsweisen und Anwendungen von Quantentechnologien verstehen. Analysieren anwendungspotentiale von Quantentechnologien selbstständig analysieren.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)  Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1 <b>muss</b> durch eine Prüfung erfolgreich abgeschlossen sein!	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Matthias Homeister, Hans Christoph (2018): Quantum Computing verstehen	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 92531	<b>Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy	
5	<b>Inhalt</b>	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.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Verstehen</p> <p>grundlegende physikalische Zusammenhänge der Quantenmechanik verstehen.</p> <p>Anwenden</p> <p>quantenmechanische Effekte mit Hilfe von Berechnungen beschreiben.</p> <p>Analysieren</p> <p>Themen der Quantentechnologien selbstständig analysieren.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Mathematik (1 - 4) und Experimentalphysik (1 & 2) sollten abgeschlossen sein.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Haken, Herrmann &amp; Wolf, Hans Christoph (2004): Atom- und Quantenphysik</li><li>• Nolting, Christoph (2009): Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik Grundlagen</li></ul>
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96930	<b>Rechnergestützte Messtechnik</b> (Computer-aided metrology)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Rechnergestützte Messtechnik - Übung (2 SWS) Vorlesung: Rechnergestützte Messtechnik (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	<b>Inhalt</b>	<p>*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</p> <p>*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-Spannungswandler, Differenzverstärker, Integrierer, Differenzierer, invertierender Addierer, Subtrahierer, Logarithmierer, e-Funktionsgeneratoren, Instrumentenverstärker) OPV mit differentiellen Ausgang analoge Filter (Tiefpassfilter, Hochpassfilter, Bandpassfilter, Bandsperfilter, Bodeplot, Phasenschiebung, aktive analoge Filter) Messsignalübertragung (Einheitssignale, Anschlussvarianten) Spannungs-Frequenz-Wandler Galvanische Trennung und optische Übertragung Modulatoren und Demulatoren Multiplexer und Demultiplexer Abtast-Halte-Glied</p> <p>*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)</p>

\*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

		<p>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</p> <p>*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</p> <p>*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</p> <p>*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</p> <p>*Circuit and PCB design:* Printed circuit boards (PCB) PCB material PCB types Vias PCB design and deconcentration Software PCB production</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können einen Überblick zur rechnergestützten Messtechnik sowie deren Einsatzgebiete wiedergeben.</li> <li>• Die Studierenden können Wissen zur rechnergestützten Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und visualisierung als Grundlage für zielorientierte, effiziente Entwicklung und für kontinuierliche Produkt- und Prozessverbesserung abrufen</li> </ul> <p>Verstehen</p> <p>Die Studierenden können Konzepte zur Sensorintegration und Datenfusion beschreiben</p>

		<p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können rechnergestützte Werkzeuge für die Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und -visualisierung auswählen und bewerten.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, <a href="http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html">http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html</a></p> <p>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</p> <p>Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5</p> <p>Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik. 6. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012 ISBN 978-3-642-22608-3</p> <p>Richter, Werner: Elektrische Meßtechnik. 3. Auflage, Verlag Technik Berlin, 1994 - ISBN 3-341-01106-4</p> <p>H. Czichos (Hrsg.): Das Ingenieurwissen Gebundene. 7. Auflage, Springer Verlag, 2012, ISBN 978-3-642-22849-0.</p> <p>Best, Roland: Digitale Meßwertverarbeitung. Oldenbourg München, 1991 - ISBN 3-486-21573-6.</p> <p>E DIN IEC 60050-351:2013-07 International Electrotechnical Vocabulary Part 351: Control technology / Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 351: Leittechnik.</p>

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.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92650	<b>Regelungstechnik A (Grundlagen)</b> (Control engineering A (Foundations))	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Regelungstechnik A (Grundlagen) - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Regelungstechnik A (Grundlagen) (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung behandelt die Grundlagen der Regelungstechnik und befähigt zur Beschreibung und Untersuchung linearer Systeme und zum Entwurf einfacher und mehrschleifiger Regler im Frequenzbereich. Die Inhalte der Vorlesung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenstand und Zielstellung der Regelungstechnik</li> <li>• Modellbildung der Strecke im Zeit und Frequenzbereich und Darstellung als Strukturbild</li> <li>• Analyse des Streckenverhaltens linearer Eingrößensysteme anhand von Übertragungsfunktion und Frequenzgang</li> <li>• Auslegung einschleifiger Regelkreise</li> <li>• Erweiterte Regelkreisstrukturen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenstand und Zielstellung der Regelungstechnik erläutern.</li> <li>• Problemstellungen als Steuerungs- und Regelungsaufgabe identifizieren.</li> <li>• das Streckenverhalten durch ein mathematisches Modell in Form des Strukturbilds beschreiben.</li> <li>• eine Modellvereinfachung durch Linearisierung und Strukturbildumformung durchführen.</li> <li>• aus Übertragungsfunktion und Frequenzgang das qualitative Streckenverhalten ermitteln.</li> <li>• zu einem Frequenzgang Ortskurve und Bode-Diagramm angeben.</li> <li>• den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Regelung angeben und die Zweckbestimmung von Vorsteuerung und Regelung erläutern.</li> <li>• Sollverläufe auf Zulässigkeit überprüfen und realisierbare Vorsteuerungen entwerfen.</li> <li>• die Regelkreis-Stabilität definieren und mit dem Nyquist-Kriterium untersuchen.</li> <li>• entscheiden, wann welcher Reglertyp in Frage kommt und nach welchen Gesichtspunkten dessen Parameter zu wählen sind.</li> <li>• für lineare Eingrößensysteme einen geeigneten Regler entwerfen.</li> <li>• ergänzende Maßnahmen zur Störverhaltensverbesserung beschreiben und zur Anwendung bringen.</li> <li>• die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich weiterführende Frequenzbereichsmethoden der Regelungstechnik selbständig erschließen.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Systemtheorie linearer zeitkontinuierlicher Systeme (inkl. Laplace-Transformation)
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, 12. Auflage, VDE-Verlag, 2016</li> <li>• M. Horn, N. Dourdoumas. Regelungstechnik, Pearson Studium, 2004</li> <li>• W. Leonhard. Einführung in die Regelungstechnik, 4. Auflage, Vieweg, 1987</li> <li>• J. Lunze. Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, 12. Auflage, Springer, 2020</li> <li>• R. Unbehauen. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, 2002</li> <li>• G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1 und 2, Springer, 1995</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97060	<b>Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)</b> (Control engineering B (State-space methods))	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) - Übungen (2 SWS)  Vorlesung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (2 SWS)	-  -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen zur Beschreibung und Untersuchung von linearen dynamischen Systemen mit mehreren Ein- und Ausgangsgrößen im Zustandsraum sowie den zustandsraumbasierten Regler- und Beobachterentwurf. Die Inhalte der Vorlesung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation der Zustandsraumbetrachtung dynamischer Systeme in der Regelungstechnik</li> <li>• Zustandsraumdarstellung dynamischer Systeme und deren Vereinfachung durch Linearisierung</li> <li>• Analyse linearer und zeitinvarianter Systeme: Stabilität, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Zusammenhang mit Ein-/Ausgangsbetrachtung</li> <li>• Auslegung von linearen Zustandsreglern für lineare Eingrößensysteme</li> <li>• Erweiterte Regelkreisstrukturen, insbesondere Vorsteuerung und Störgrößenkompensation</li> <li>• Entwurf von Zustands- und Störgrößenbeobachtern und Kombination mit Zustandsreglern (Separationsprinzip)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Vorzüge der Zustandsraumbetrachtung im Vergleich zur Ein-/Ausgangsbetrachtung darlegen.</li> <li>• für dynamische Systeme die Zustandsgleichungen aufstellen und durch Linearisierung vereinfachen.</li> <li>• für LZI-Systeme die Zustandsgleichungen in Normalformen transformieren.</li> <li>• Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit von Zustandssystemen definieren und LZI-Systeme daraufhin untersuchen.</li> <li>• ausführen, wie diese Eigenschaften mit den Eigenwerten und Nullstellen von LZI-Zustandssystemen zusammenhängen.</li> <li>• den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Zustandsregelung angeben und die Zweckbestimmung ihrer einzelnen Komponenten erläutern.</li> <li>• realisierbare Vorsteuerungen zur Einstellung des Sollverhaltens entwerfen.</li> <li>• Zielstellung und Aufbau eines Zustandsbeobachters erläutern.</li> <li>• diesen zu einem Störbeobachter erweitern und Störaufschaltungen zur Kompensation von Dauerstörungen konzipieren.</li> <li>• beobachterbasierte Zustandsregelungen durch Eigenwertvorgabe entwerfen.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich die Zustandsraummethoden der Regelungstechnik selbständig weiter erschließen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A)
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987</li> <li>O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994</li> <li>H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004</li> <li>T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980</li> <li>G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995</li> <li>D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley &amp; Sons, 1979</li> <li>J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020</li> <li>J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020</li> <li>L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974</li> <li>W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996</li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 92359	<b>Robot mechanisms and user interfaces</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robot mechanisms and user interfaces (2 SWS) Übung: Robot mechanisms and user interfaces (UE) (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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</p> <p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>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.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20192 M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Studienleistung Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Studienleistung (0%) Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker.</p> <p>Lenarcic, J., Bajd, T., &amp; Stanisic, M. M. (2013). Robot mechanisms. Springer.</p> <p>Hatzfeld, C., &amp; Kern, T. A. (2016). Engineering haptic devices. Springer.</p> <p>Selected research articles.</p>
----	--------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97110	<b>Technische Produktgestaltung</b> (Technical product design)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Technische Produktgestaltung (4 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Benjamin Schleich Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Technische Produktgestaltung</li> <li>• Baustrukturen technischer Produkte</li> <li>• Fertigungsgerechte Werkstückgestaltung</li> <li>• toleranzgerechtes Konstruieren</li> <li>• kostengerechtes Konstruieren</li> <li>• beanspruchungsgerechtes Konstruieren</li> <li>• werkstoffgerechtes Konstruieren</li> <li>• Leichtbau</li> <li>• umweltgerechtes Konstruieren</li> <li>• nutzerzentrierte Produktgestaltung</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> <li>• Wissen über werkstoffgerechtes Konstruieren (Anforderungs- und Eigenschaftsprofil, wirtschaftliche Werkstoffauswahl, Auswirkung der Werkstoffwahl auf Fertigung, Lebensdauer und Gewicht)</li> <li>• 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)</li> <li>• Wissen über kostengerechtes Konstruieren (Beeinflussung der Lebenslauf-, Herstell- und Selbstkosten in der</li> </ul>	

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 Geometrielemente, 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 Beitragsleistung 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 unbekanntem 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, Umweltaforderungen, 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

		<p>Bewertung bestehender Produkte und Prozesse hinsichtlich gestellter Anforderungen des Design-for-X.</p> <p>Selbstkompetenz</p> <p>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).</p> <p>Sozialkompetenz</p> <p>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.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97190	<b>Technische Schwingungslehre</b> (Mechanical vibrations)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Tutorium zur Technischen Schwingungslehre (2 SWS) Vorlesung: Technische Schwingungslehre (2 SWS) Übung: Übungen zur Technischen Schwingungslehre (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Özge Akar Prof. Dr.-Ing. Kai Willner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Kai Willner	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Charakterisierung von Schwingungen</p> <p>Mechanische und mathematische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsgleichungen</li> <li>• Darstellung im Zustandsraum</li> </ul> <p>Allgemeine Lösung zeitinvarianter Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anfangswertproblem</li> <li>• Fundamentalmatrix</li> <li>• Eigenwertaufgabe</li> </ul> <p>Freie Schwingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenwerte und Wurzelortskurven</li> <li>• Zeitverhalten und Phasenportraits</li> <li>• Stabilität</li> </ul> <p>Erzwungene Schwingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprung- und Impulserregung</li> <li>• harmonische und periodische Erregung</li> <li>• Resonanz und Tilgung</li> </ul> <p>Parametererregte Schwingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodisch zeitinvariante Systeme</li> </ul> <p>Experimentelle Modalanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung der Übertragungsfunktionen</li> <li>• Bestimmung der modalen Parameter</li> <li>• Bestimmung der Eigenmoden</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p>	



- Die Studierenden kennen verschiedene Methoden die Bewegungsdifferentialgleichungen diskreter Systeme aufzustellen.
- Die Studierenden kennen verschiedene Schwingungsarten und Schwingertypen.
- Die Studierenden kennen die Lösung für die freie Schwingung eines linearen Systems mit einem Freiheitsgrad und die entsprechenden charakteristischen Größen wie Eigenfrequenz und Dämpfungsmaß.
- Die Studierenden kennen eine Reihe von analytischen Lösungen des linearen Schwingers mit einem Freiheitsgrad für spezielle Anregungen.
- Die Studierenden kennen die Darstellung eines Systems in physikalischer Darstellung und in Zustandsform.
- Die Studierenden kennen die Darstellung der allgemeinen Lösung eines linearen Systems mit mehreren Freiheitsgraden in Zustandsform.
- Die Studierenden kennen das Verfahren der modalen Reduktion.
- Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Zeitschrittintegration bei beliebiger Anregung.
- Die Studierenden kennen die Definition der Stabilität für lineare Systeme.

#### Verstehen

- Die Studierenden können ein gegebenes diskretes Schwingungssystem anhand des zugrundeliegenden Differentialgleichungssystems einordnen und klassifizieren.
- Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen der physikalischen Darstellung und der Zustandsdarstellung und können die Vor- und Nachteile der beiden Darstellungen beschreiben.
- Die Studierenden verstehen die Bedeutung der Fundamentalmatrix und können diese physikalisch interpretieren.
- Die Studierenden verstehen die Idee der modalen Reduktion und können ihre Bedeutung bei der Lösung von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden erläutern.
- Die Studierenden können den Stabilitätsbegriff für lineare Systeme erläutern.

#### Anwenden

- Die Studierenden können die Bewegungsdifferentialgleichungen eines diskreten Schwingungssystem auf verschiedenen Wegen aufstellen
- Die Studierenden können die entsprechende Zustandsdarstellung aufstellen.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können fuer einfache lineare Systeme die Eigenwerte und Eigenvektoren von Hand ermitteln und kennen numerische Verfahren zur Ermittlung der Eigenwerte und -vektoren bei großen Systemen.</li> <li>• Die Studierenden können aus den Eigenwerten und -vektoren die Fundamentalmatrix bestimmen und für gegebene Anfangsbedingungen die Lösung des freien Systems bestimmen.</li> <li>• Die Studierenden können ein lineares System mit mehreren Freiheitsgraden modal reduzieren.</li> <li>• Die Studierenden können die analytische Loesung eines System mit einem Freiheitsgrad für eine geeignete Anregung von Hand bestimmen und damit die Lösung im Zeitbereich und in der Phasendarstellung darstellen.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können problemgerecht zwischen physikalischer Darstellung und Zustandsdarstellung wählen und die entsprechenden Verfahren zur Bestimmung der Eigenlösung und gegebenenfalls der partikulären Lösung einsetzen.</li> </ul> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können anhand der Eigenwerte bzw. der Wurzelorte das prinzipielle Lösungsverhalten eines linearen Schwingungssystems beurteilen und Aussagen über die Stabilität eines Systems treffen.</li> </ul>
7	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b></p>	<p>Kenntnisse aus dem Modul "Dynamik starrer Körper"</p> <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>.</p>

		The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.		
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1		
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222		
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (90 Minuten)</p> <p>Technische Schwingungslehre (Prüfungsnummer: 71901)</p> <p>(englischer Titel: Mechanical Vibrations)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5 ECTS</p> <p>Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %</p> <p>Erstablingung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024, 2. Wdh.: keine Wiederholung</p> <table border="1" data-bbox="616 1261 1481 1312"> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>		
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester		
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h		
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester		
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch		
16	<b>Literaturhinweise</b>	Magnus, Popp: Schwingungen, Stuttgart:Teubner 2005		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97200	<b>Umformtechnik</b> (Metal forming)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Umformtechnik (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	<b>Inhalt</b>	<p>Es werden die grundlegenden Kenntnisse zu den verschiedenen Verfahren der Massiv- und Blechumformung vermittelt. Zunächst werden die Grundlagen der Werkstoffkunde, der Plastizitätstheorie und der Tribologie behandelt, die als Basis für das Verständnis der einzelnen Umformverfahren dienen. Anschließend werden die Verfahren der Massivumformung - Stauchen, Schmieden, Walzen, Durchdrücken und Durchziehen - und der Blechumformung - Tiefziehen, Streckziehen, Kragenziehen, Biegen und Schneiden - vorgestellt. Anhand von Prinzipskizzen und Musterteilen wird vor allem auf die erforderlichen Kräfte und Arbeiten, die Kraft-Weg-Verläufe, die Spannungsverläufe in der Umformzone, die Kenngrößen und Verfahrensgrenzen, die Werkzeug- und Werkstückwerkstoffe, die Werkzeugmaschinen und die erreichbaren Genauigkeiten eingegangen. Dabei werden neben den Standardverfahren auch Sonderverfahren und aktuelle Trends angesprochen. In der Vorlesung ist eine Übung integriert, in der das vermittelte Wissen angewendet wird.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>Die Studierenden erwerben Wissen über die Grundlagen der Umformverfahren.</p> <p>Verstehen</p> <p>Die Studierenden können verschiedene Umformverfahren beschreiben sowie anhand verschiedener Kriterien vergleichen.</p> <p>Anwenden</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, das vermittelte Wissen zur Lösung konkreter umformtechnischer Problemstellungen anzuwenden.</p> <p>Analysieren</p> <p>Die Studierenden können geeignete Fertigungsverfahren zur umformtechnischen Herstellung von Produkten bestimmen.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lange, K.: Umformtechnik (Band 1-3), Berlin, Heidelberg, New York, Springer 1984</li> </ul>

# M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93101	<b>AI in medical robotics</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: AI in Medical Robotics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Dr. Ive Weygers Simon Bachhuber	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel	
5	<b>Inhalt</b>	<p>This module is concerned with artificial intelligence technologies in medical robotics and with methods that establish different forms of intelligence in medical robotic systems. Participants will become familiar with the design and application of AI methods and algorithms for perception, motor control, planning, cognition and learning and with their application in biorobotic systems and robotic solutions for diagnosis and treatment. Application domains include minimally invasive surgery, motor rehabilitation, exoskeletons and assistive devices, as well as medical service robotics. The taught methods will be applied to application data during designated computer exercises that are integrated into the course.</p> <p>Topics include, but are not limited to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic principles and classification of artificial intelligence</li> <li>• Overview of medical robotic applications for AI methods and technologies</li> <li>• Perception in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Motion planning in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Adaptation and Learning in Human-Robotic Systems</li> <li>• Motion learning in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Cognition in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Application Example: Perception in a robotic surgery system</li> <li>• Application Example: Motor learning in a compliant upper-limb rehabilitation robot</li> <li>• Application Example: Locomotion in a medical service robot</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students are able to employ artificial intelligence technologies and methods for applications in medical robotics.</li> <li>• They are capable of understanding and handling the complexity of biorobotic AI systems and have command of a versatile set of methods for analyzing and further advancing such systems.</li> <li>• They are able to combine different tools and methods to achieve intelligent perception, planning, control, learning and cognition in robotic solutions for minimally invasive surgery, motor rehabilitation robotics, and medical service robotics.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Participants should be familiar with fundamentals of linear algebra. It is advantageous but not required to have some prior knowledge on linear dynamic systems or basic probability theory.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20192 M3 Medical Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 96837	<b>A look inside the human body - gait analysis and simulation</b> (A look inside the human body - gait analysis and simulation)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: A look inside the human body - gait analysis and simulation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Anne Koelewijn	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Measurement systems for gait analysis</li> <li>• Methods to calculate joint kinetics and kinematics from experimental data</li> <li>• Muscle biology, specific to force generation, and modelling of muscles</li> <li>• Methods to calculate muscle activation from experimental data</li> <li>• Energetics of walking</li> <li>• Multibody dynamics</li> <li>• Creating simulations of gait</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Learning objectives:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Be familiar with the existing measurement options for gait analysis</li> <li>• Know state-of-the art techniques to process gait analysis experiments</li> <li>• Select an appropriate processing technique for a specific experiment</li> <li>• Understand how gait could be simulated and where these simulations could be applied</li> <li>• Know the function of the different components of the human body that are involved in locomotion</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Winter, David A. Biomechanics and motor control of human movement. John Wiley &amp; Sons, 2009.</li> <li>• Kelly, Matthew. "An introduction to trajectory optimization: How to do your own direct collocation." SIAM Review 59.4 (2017): 849-904.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47680	<b>Biomechanik der Bewegung</b> (Biomechanics of movement)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 46190	<b>Biomechanik: Mechanische Eigenschaften biologischer Materialien</b> (Biomechanic: Mechanical Properties of biological Materials)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Biomechanik: Mechanische Eigenschaften biologischer Materialien (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Mathias Göken	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Benoit Merle	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Dieses Modul befasst sich mit den mechanischen Eigenschaften biologischer Materialien sowie ihren Besonderheiten im Vergleich zu den technischen Werkstoffen. Zu diesem Zweck lernen die Studenten in einem Überblick die wichtigsten Materialkenngrößen und konstitutive Gleichungen. Es werden zunächst Messmethoden vorgestellt, die die lokale Charakterisierung biologischer Materialien ermöglichen. Anschließend werden der Aufbau und die darauf resultierenden Eigenschaften einzelner biologischen Systeme vertieft diskutiert.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialeigenschaften: Festigkeit, Elastizität, Viskoelastizität, Bruchmechanik, Ermüdung</li> <li>• Methoden: Nanoindentierung, AFM</li> <li>• Biologische Systeme: Knochen, Zähne, Haut, Muskel, Proteine, Zellen, Implantate, Holz, Spinnenseide, Biomineralisation</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können</p> <p>die werkstoffwissenschaftlichen Kennwerte und Modelle, die zur Beschreibung des mechanischen Verhaltens eines Materials erforderlich sind, erläutern und gezielt anwenden ;</p> <p>sowie Besonderheiten bei biologischen Materialien nennen</p> <p>Messmethoden beschreiben, die für die mechanische Charakterisierung von biologischen Materialien geeignet sind</p> <p>... das Verformungsverhalten von Geweben ausgehend von deren Struktur beschreiben</p> <p>das mechanische Verhalten biologischer Proben miteinander und mit technischen Werkstoffen vergleichen</p> <p>die mechanischen Anforderungen an Implantatswerkstoffe diskutieren</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44200	<b>Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Numerische Neurotechnologie - Übung (2 SWS) Vorlesung: Numerische Neurotechnologie - Vorlesung (2 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Tobias Reichenbach	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Tobias Reichenbach	
5	<b>Inhalt</b>	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.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Can understand the principles of the analysis of neural signals</li> <li>• Can apply information theory for the description of neural activity</li> <li>• Can perform simulations of the dynamics of single neurons as well as of neural networks</li> <li>• Can evaluate different approaches to construct Brain-Machine-Interfaces (BCIs)</li> <li>• Can explain concepts for the design of neural prosthesis</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	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.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 745618	<b>Dentale Biomaterialien (MT)</b> (Dental Biomaterials)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Dentale Biomaterialien (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Renan Belli Prof. Dr. Ulrich Lohbauer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Zähne</li> <li>• Zahnkrankheiten</li> <li>• Biomechanik</li> <li>• Dentale Konstruktionslehre, Präparation</li> <li>• Zemente &amp; Polymere</li> <li>• Befestigung am Zahn</li> <li>• Befestigung am Substrat</li> <li>• Implantate</li> <li>• digitaler Workflow, klinische Fraktografie</li> <li>• Mechanische Eigenschaften &amp; Prüfung</li> <li>• Dentalkeramik</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen den Aufbau und die Struktur von Zähnen und die daraus abgeleiteten mechanischen und physikalischen Eigenschaften.</li> <li>• kennen die Struktur und die Zusammensetzung dentaler Biomaterialien wie hochgefüllte Polymere, Dentalkeramiken oder Titanimplantate.</li> </ul> <p>Verstehen</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die relevanten Krankheitsbilder die zum Zahnverlust führen können, bekommen Einblick in die Kariesätiologie.</li> <li>• entwickeln das Verständnis für die Prinzipien dentaler Konstruktionslehre (Kavitätenpräparation) im Hinblick auf die unterschiedlichen Restaurationsmaterialien und Befestigungstechniken.</li> <li>• klassifizieren die Prinzipien der dentalen Befestigungstechnik und speziell der adhäsiven Klebetechnik.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können den Unterschied zwischen direkter, plastischer Füllungstherapie und indirekten, prothetischen Restaurationen diskutieren.</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage dentale Biomaterialien anwendungsspezifisch hinsichtlich mechanischer, physikalischer, chemischer und biologischer Eignung zu untersuchen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Rosentritt M., Ilie N., Lohbauer U. Werkstoffkunde in der Zahnmedizin. Thieme Verlag, 2018 (ISBN 978-3-1324-0123-5)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47632	<b>Gait analysis and simulation+</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: A look inside the human body - gait analysis and simulation (2 SWS) Übung: A look inside the human body - gait analysis and simulation (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Anne Koelewijn
5	<b>Inhalt</b>	<p>The aim of this course is to teach methods of gait analysis and simulation. The lectures start with an introduction to relevant anatomic terms and definitions, followed by an introduction to the motions performed when walking or running. Different sensors and laboratory equipment are introduced, which are used to record gait/human movement. We will discuss different processing methods that can be used to determine relevant kinetic and kinematic parameters related to gait, such as joint angles, joint moments, and muscle forces. The second half of the lectures will focus on gait simulations. First, we discuss simulation methods, dynamic models and optimization techniques used to create gait simulations. Second, neural control of gait is discussed, as well as how simulations can be created to investigate this neural control.</p> <p>This lecture addresses the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Measurement systems for gait analysis</li> <li>• Methods to calculate joint kinetics and kinematics from experimental data</li> <li>• Muscle biology specific to force generation, and modelling of muscles</li> <li>• Methods to calculate muscle activation and force from experimental data</li> <li>• Energetics of walking</li> <li>• Multibody dynamics</li> <li>• Trajectory optimization for gait simulations</li> </ul> <p>Gait simulations based on neural control models</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Knowledge:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students learn what a normal walking and running gait cycle looks like</li> <li>• The students learn about the human body and commonly used anatomical and engineering terms that are important to describe locomotion.</li> <li>• The students learn about commonly used measurement and processing techniques to measure and calculate biomechanical parameters related to gait</li> <li>• The students learn how human gait simulations can be created.</li> <li>• The students learn about the control of human gait.</li> </ul> <p>Understanding:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• The students understand the advantages and disadvantages of different data processing methods, models, and gait simulation methods.</li> <li>• The students understand when a simulation and when an experiment is appropriate to answer a research question</li> </ul> <p>Application</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students are able to develop an approach to answer a research question related to gait</li> <li>• The students are able to perform a gait analysis experiment and process with state-of-the-art methods</li> <li>• The students are able to implement numerical simulation methods in MATLAB or Python</li> <li>• The students are able to use the open source software OpenSim and SCONE</li> </ul> <p>Analyse</p> <p>The students are able to analyse gait kinetics and kinematics and identify abnormalities</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	No compulsory prerequisites. Background knowledge on multibody dynamics, simulation, and optimization is recommended
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92345	<b>Human-centered mechatronics and robotics</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Human-centered mechatronics and robotics (2 SWS) Übung: Human-centered mechatronics and robotics (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Adna Bliak	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Human-oriented design methods</li> <li>• Biomechanics</li> </ul> <p>- Motions, measurement, and analysis</p> <p>- Biomechanical models</p> <p>Elastic robotics</p> <p>- Elastic actuators</p> <p>- Control methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cognitive and physical human-robot interaction</li> <li>• Empirical research methods</li> </ul> <p>- Research process and experiment design</p> <p>- Research methods, interferences, and ethics</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>On successful completion of this module, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tackle the interdisciplinary challenges of human-centered robot design.</li> <li>• Use engineering methods for modeling, design, and control to develop human-centered robots.</li> <li>• Apply methods from psychology (perception, experience), biomechanics (motion and human models), and engineering (design methodology) and interpret their results.</li> <li>• Develop robotic systems that are provide user-oriented interaction characteristics in addition to efficient and reliable operation.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20192	

		M3 Medical Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ott, C. (2008). Cartesian impedance control of redundant and flexible-joint robots. Springer.</li> <li>• Whittle, M. W. (2014). Gait analysis: an introduction. Butterworth-Heinemann.</li> <li>• Burdet, E., Franklin, D. W., &amp; Milner, T. E. (2013). Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press.</li> <li>• Gravetter, F. J., &amp; Forzano, L. A. B. (2018). Research methods for the behavioral sciences. Cengage Learning.</li> <li>• Further topic-specific text books and selected research articles.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44156	<b>Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio
5	<b>Inhalt</b>	<p>Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering</p> <p>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.</p> <p>Module: Electrophysiology Generation of an action potential; HodgkinHuxley 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.</p> <p>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.</p> <p>Module: Applications to Neurophysiology Neuronal encoding of behaviour; motor unit physiology in humans; motoneuron properties, longitudinal assessment of neuronal function.</p> <p>Module: MATLAB / Python practical coursework Extraction of neural information from electrophysiological signals; associations of information between electrophysiological signals and behavioural data; Experiment in humans.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	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 Parkinsons 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.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	No compulsory prerequisites. Recommended: Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich Oral examination
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%) Oral examination 100%
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD</li> <li>Motor unit from Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087</li> <li>Surface Electromyography, Physiology, Engineering, and Applications Edited by Roberto Merletti and Dario Farina</li> <li>Neural Engineering, Edited by Bin He</li> <li>Tutorial: Analysis of motor unit discharge characteristics from high-density surface EMG signals, Del Vecchio et al.</li> </ul> <p><a href="https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426">https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Restoring sensorimotor function through intracortical interfaces: progress and looming challenges, Bensmaia and Miller <a href="https://www.nature.com/articles/nrn3724">https://www.nature.com/articles/nrn3724</a></li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 746365	<b>Keramische Werkstoffe in der Medizin (MT)</b> (Ceramic materials in medicine)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Keramische Werkstoffe in der Medizin (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Stephan Wolf	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Stephan Wolf
5	<b>Inhalt</b>	<p>Nach einer grundlegenden Einführung in Besonderheiten biologischer "Keramiken" (Knochen und Zähne) und ihrer Bildungsmechanismen, werden die herausragenden mechanischen Eigenschaften dieser Biominerale diskutiert und auf intrinsische und extrinsische Mechanismen zurückgeführt. Eine detaillierte Einführung in grundlegende Materialklassen und -gruppen geht einer detaillierten Übersicht über moderne Materialien in der medizinischen Anwendung voran. Es werden die spezifischen Anforderungen an Gewebeverträglichkeit, mechanische Eigenschaften und Methoden der Verarbeitung diskutiert. Schlussendlich werden anhand einfacher chemischer Gleichgewichte die Aussagekraft von Bioaktivitätstest validiert und beleuchtet.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die mechanischen Eigenschaften von Gläsern und Keramiken für Einsätze in der Medizintechnik beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden können das mechanische Verhalten nichtmetallisch-anorganischer Werkstoffe in verschiedenen Anwendungen bewerten und erläutern.</li> </ul> <p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>Lernende können die Struktur und Eigenschaften sowohl von biologischen Keramiken (Knochen, Zähne) wiedergeben als auch die von synthetischen Keramiken, inklusive Beispiele ihrer Einsatzbereiche in der Medizin. Sie können die Definitionen von Begriffen wie Biokompatibilität oder Bioaktivität wiedergeben.</p> <p>Verstehen</p> <p>Lernende können verschiedenste Biokeramiken (und deren Verwandte) klassifizieren, u.a. nach ihrer biologischen Aktivität und Kompatibilität. Sie können die Ursachen der herausragenden mechanischen Eigenschaften von Knochen/Zähnen erläutern und abstrahieren.</p> <p>Anwenden</p> <p>Lernende können die Bioaktivität/Biokompatibilität von verschiedenen Materialien vorhersagen, auf Basis von verallgemeinerten Konzepten.</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p>



		Auf Basis einer detaillierteren Betrachtung der Lösungsschemie können Lernende die Aussagekraft von Bioaktivitätstest hinterfragen, bewerten und validieren.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45430	<b>Maschinenakustik</b> (Machine acoustics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Maschinenakustik (0 SWS) Übung: Übung zu Maschinenakustik (0 SWS)	- -
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Stefan Becker	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl.Prof.Dr. Stefan Becker	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätze der technischen Lärmbekämpfung</li> <li>• Größen, Grundbegriffe, Phänomene der technischen Akustik</li> <li>• Grundlagen des Luftschalls</li> <li>• Grundlagen des Körperschalls</li> <li>• Geräuschenstehung in Maschinen und Anlagen</li> <li>• Mechanische Geräuschquellen</li> <li>• Strömungsakustik</li> <li>• Strömungsakustische Multipole</li> <li>• Strahl- und Rotorlärm</li> <li>• Fluid-Struktur-Akustik Interaktion</li> <li>• Numerische Berechnungsverfahren</li> <li>• Grundprinzipien der Gestaltung lärmarmen Produkte und Anlagen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen und anwenden die Grundlagen und die Theorie des strömungs- und strukturinduzierten Schalls</li> <li>• verstehen für die Industrie relevante Fragen der Lärmbekämpfung</li> <li>• erarbeiten Lösungen zur Lärminderung</li> <li>• können experimentelle und numerische Verfahren in der Behandlung der strömungs- und strukturinduzierten Schalls einsetzen</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Modul: Strömungsmechanik (Empfehlung)</p> <p>Modul: Technische Akustik (Empfehlung)</p> <p>Modul: Thermodynamik (Empfehlung)</p>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95801	<b>Medizintechnik I (Biomaterialien)</b> (Medical engineering I (biomaterials))	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Medizintechnik I (Biomaterialien) (2 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Medizintechnik I (Biomaterialien) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Julia Will Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomaterialien: Definition</li> <li>• Bioabbaubare Polymere, bioaktive Keramiken und biokompatible Metalle</li> <li>• Biomaterialien für Dauerimplantate</li> <li>• Orthopädische Beschichtungen</li> <li>• Biomaterialien fuer Tissue Engineering: Soft- und Hardgewebe</li> <li>• Einführung in die Scaffold-Technologie</li> <li>• Einführung in Scaffold-Charakterisierung</li> <li>• Biomaterialien für Drug Delivery</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Vielfalt verschiedener Werkstoffe, die bei der Herstellung von Biomaterialien und als Werkstoffe in der Medizin Anwendung finden.</li> <li>• können die notwendigen Eigenschaften und Herstellungsmethoden von Biomaterialien für Dauerimplantate, Tissue Engineering und Drug Delivery benennen und differenzieren.</li> <li>• können Biomaterialien für verschiedene Anwendungen auswählen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wintermantel, Suk-Woo: Medizintechnik; Berlin, 5. Auflage, 2009</li> <li>• Hench, Jones (eds.): Biomaterials, artificial organs und tissue engineering; Oxford, 2005</li> </ul>	

- |  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• B.D. Ratner, W.S. Hoffman, F.J. Schoen, J.E. Lemons, Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine, Elsevier, Amsterdam, (2004)</li></ul> |
|--|--|

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47641	<b>Metallische Werkstoffe in der MT</b> (Metallic materials in medical engineering)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vorlesung Metallische Werkstoffe in der Medizin (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Stefan Rosiwal Peter Randelzhofer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl.Prof.Dr. Stefan Rosiwal	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Eigenschaften von Metallen (physikalisch/mechanisch/chemisch)</li> <li>• Das Biosystem Mensch (Zellen/Zelldifferenzierung/Gewebe/Blut/Metalle im Biosystem)</li> <li>• Metallische Werkstoffgruppen für die Medizintechnik (Stahl/Titan/Cobalt-Basis/Nickel/Ni-Ti)</li> <li>• Metallische Implantate (Gelenke/Fixationselemente/Werkzeuge/Instrumente)</li> <li>• Anforderungen an Biomaterialien (Biofunktionalität/Biokompatibilität/in-vitro und in-vivo Testung)</li> <li>• Sonderanwendungen (Amalgan/Spirale/Brille/therapeutische Systeme/diagnostische Systeme/Mikrosystemtechnik)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden:   Fachkompetenz  Evaluieren (Beurteilen) <ul style="list-style-type: none"> <li>•  sind in der Lage, vor dem Hintergrund medizinischer Anwendungsprofile eine Werkstoffauswahl zu treffen. </li> <li>•  können beurteilen, wie sich verschiedene Metalle im Biosystem Mensch verhalten. </li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 2013 M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Wintermantel/Ha: Medizintechnik mit biokompatiblen Werkstoffen und Verfahren

1	<b>Modulbezeichnung</b> 960259	<b>Polymerwerkstoffe in der Medizin (MT)</b> (Polymers for medical applications)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Polymerwerkstoffe in der Medizin (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Joachim Kaschta	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Joachim Kaschta	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Überblick über Anwendungsbereiche von Polymeren in der Medizintechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an Polymere in der Medizintechnik</li> <li>• Kompostmaterialien in der Medizintechnik, Notwendigkeit, Grundlagen der mechanischen Eigenschaften von Kompositen, Einfluss von Füllstoffkonzentration und -geometrie, Versagensmechanismen, Herstellung von Kompositen</li> <li>• Abbaubare und resorbierbare Polymere: Begriffsdefinitionen, Aufbau der Polymere und Abbaumechanismen, Eigenschaftsänderung durch Abbau</li> <li>• Resorbierbare Polymere als Knochenersatzwerkstoffe</li> <li>• Drug-Delivery Systeme, Freisetzungsmechanismen, Anwendungsbeispiele</li> <li>• Verhalten von Polymeren in Blutkontakt, Anforderungen und Aufbau von Aderersatzmaterialien, Anti-thrombogene Ausrüstung.</li> <li>• Natürliche Polymere in der Medizintechnik</li> <li>• Kathedermaterialien - Aufbau, Eigenschaften und Anwendung</li> <li>• Sterilisierung von Polymermaterialien im Bereich Medizintechnik, Auswahl des Verfahrens und mögliche Einflüsse auf das Produkt</li> <li>• Antimikrobielle Ausrüstung von Polymeren</li> <li>• Dentalkomposite</li> <li>• Vergleichende Analyse von Anwendungsbeispiele</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben Sachkenntnisse über Anwendungsbereiche von Polymeren in der Medizintechnik.</li> <li>• verstehen den Zusammenhang zwischen Aufbau von polymeren Werkstoffen und den anwendungstechnisch relevanten Eigenschaften.</li> <li>• analysieren die Gründe für die Polymerauswahl für unterschiedlichste Anwendungen im Bereich Medizin.</li> <li>• können geeignete Methoden zur Charakterisierung der Veränderung von Polymeren in biologischen Umgebungen anwenden und bewerten.</li> <li>• evaluieren mögliche Materialveränderungen entlang der Prozesskette vom Ausgangswerkstoffe bis zum Medizinprodukt.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	



9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 46100	<b>Scannen und Drucken in 3D</b> (Scanning and printing in 3D)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Scannen und Drucken in 3D (1 SWS) Vorlesung: Scannen und Drucken in 3D (0 SWS)	- -
3	Lehrende	Michael Blank Dr. Patric Müller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Patric Müller
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stereo-Imaging</li> <li>- Scannen dreidimensionaler Objekte</li> <li>- Computer-Tomographie und verwandte Techniken</li> <li>- 2D Darstellung dreidimensionaler Datensätze</li> <li>- 3D Bildverarbeitung</li> <li>- 3D Druck-Verfahren</li> <li>- 3D Projektion und Darstellung</li> <li>- Darstellung wissenschaftlicher Daten mittels "Virtueller Realität (VR)</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beherrschen die physikalischen und technischen Grundlagen zur Aufnahme dreidimensionaler Bilder mittels Stereokameraverfahren, 3D Scannern sowie Computer-Tomographie.</li> <li>- können dreidimensionale Datensätze erfassen, numerisch bearbeiten und wissenschaftlich darstellen.</li> <li>- gehen mit gängigen 3D Druckverfahren sicher um und implementieren diese als wissenschaftliches Werkzeug.</li> <li>- setzen mathematisch/physikalische Konzepte dreidimensionaler Darstellung mittels 3D Projektions- und Display-Verfahren sowie VR-Techniken um.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Matlab-Grundlagen dringend empfohlen!
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich/mündlich (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich/mündlich (100%)

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	- Gregor Honsel, Rapid Manufacturing - Lee Goldmann, Principles of CT and CT Technology - Okoshi, Three-Dimensional Imaging Techniques

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95891	<b>Surfaces of Biomaterials</b> (Surfaces of Biomaterials)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Surfaces of Biomaterials / Oberflächen von Biomaterialien (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Rainer Detsch Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Einleitung und Motivation</p> <p>Strukturkompatibilität vs. Oberflächenkompatibilität</p> <p>Grundlagen zu Oberflächen: Physik und Chemie von Oberflächen (und Relevanz zu biomedizinischen Anwendung)</p> <p>Oberflächenspannung und Benetzbarkeit, Oberflächenladungen</p> <p>Oxidschichten auf metallischen Implantatwerkstoffen</p> <p>Einfluss von Körperflüssigkeit auf Oberflächenchemie</p> <p>Biologisches Verhalten von Oberflächen</p> <p>Proteinadsorption auf Oberflächen</p> <p>Zell-Werkstoff-Wechselwirkung</p> <p>Einfluss von Biologie auf das Werkstoffverhalten</p> <p>Modifikation von Oberflächen von Werkstoffen in der Medizin</p> <p>Charakterisierung von Oberflächen von Werkstoffen in der Medizin</p> <p>Methoden zur Bestimmung der Topographie und Morphologie</p> <p>Methoden zur Bestimmung der Kristallstruktur</p> <p>Methoden zur Analyse der chemischen Zusammensetzung</p> <p>Degradationsprozesse von Werkstoffen in der Medizin</p> <p>Korrosion und Verschleiss von Implantatwerkstoffen</p> <p>Degradation &amp; Resorption von Biokeramiken</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Lernenden kennen die Unterschiede zwischen Struktur- und Oberflächenkompatibilität.</li> <li>• Sie können die Physik und Chemie von Oberflächen erläutern.</li> <li>• Sie können die Konzepte Oberflächenspannung und Benetzbarkeit, Oberflächenladungen, Oxidschichten</li> </ul>	

		<p>auf metallischen Implantatwerkstoffen, den Einfluss von Körperflüssigkeit auf Oberflächenchemie, das biologische Verhalten von Oberflächen, Proteinadsorption auf Oberflächen, die Zell-Werkstoff-Wechselwirkung, den Einfluss von Biologie auf das Werkstoffverhalten und die Modifikation von Oberflächen von Werkstoffen in der Medizin erklären.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie können Oberflächen von Werkstoffen in der Medizin charakterisieren.</li> <li>• Sie können Methoden zur Bestimmung der Topographie und Morphologie, Methoden zur Bestimmung der Kristallstruktur, Methoden zur Analyse der chemischen Zusammensetzung, Degradationsprozesse von Werkstoffen in der Medizin, Korrosion und Verschleiß von Implantatwerkstoffen sowie die Degradation &amp; Resorption von Biokeramiken darstellen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Wird während der Vorlesung angegeben</p> <p>Handouts zur Vorlesung</p> <p>Biomaterials science : an introduction to materials in medicine, Buddy D. Ratner (2nd edition) (2004)</p> <p>Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik</p> <p>Ambrosio (ed.): Biomedical composites; Oxford, 2010</p> <p>Wintermantel, Suk-Woo: Medizintechnik; Berlin, 52009</p> <p>Zell-Werkstoff-Wechselwirkungen</p> <p>Di Silvio (ed.): Cellular Response to Biomaterials; Cambridge u.a., 2009</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 656231	<b>Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik</b> (Composite and nanomaterials in medical engineering)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini Dr. Julia Will	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Please scroll down for the English version</p> <p>*Themen der 1. Semesterhälfte (MWT und ET):*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorteile von Verbundwerkstoffen als Werkstoffe in der Medizin</li> <li>• Gefüge-Eigenschaft-Korrelation bei Verbundwerkstoffen</li> <li>• Beispiele für Verbundwerkstoffe und deren Einsatz in der Medizintechnik</li> <li>• Bedeutung der Nanomaterialien in der Medizintechnik</li> <li>• Charakterisierung von Nanomaterialien</li> <li>• Nanoteilchen, Nanotubes</li> <li>• Zelltoxizität und Grenzen des Einsatzes von Nanoteilchen in der Medizintechnik</li> </ul> <p>*Themen der 2. Semesterhälfte (NT):*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sol-Gel-Verfahren zur Herstellung von Nanoteilchen</li> <li>• Kolloidale Prozesse und Funktionalisierung von Nanoteilchen</li> <li>• Herstellung von Nanoteilchen auf der Bioroute</li> <li>• Biogene Nanopartikel</li> <li>• "Green Chemistry" für die Herstellung von Nanoteilchen</li> <li>• Ausgewählte Beispiele aus dem Bereich der Nanobiomedizin.</li> </ul> <p>*Content*</p> <p>*Topics of the first part of the term (MWT and ET):*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Advantages of composites as materials in medicine</li> <li>• Structure-property-correlation in composites</li> <li>• Examples of composite materials and their use in medical technology</li> <li>• Importance of nanomaterials in medical technology</li> <li>• Characterization of nanomaterials</li> <li>• Nanoparticles, nanotubes</li> <li>• Cell toxicity and limitations of the use of nanoparticles in medical technology</li> </ul> <p>*Topics of the second part of the term (NT):*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sol-gel process for the production of nanoparticles</li> <li>• Colloidal processes and functionalization of nanoparticles</li> <li>• Production of nanoparticles using biological methods</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biogenic nanoparticles</li> <li>• "Green Chemistry" for the production of nanoparticles</li> <li>• Selected examples from the field of nanobiomedicine.</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Please scroll down for the English version</p> <p>Die Studenten sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die spezifischen Eigenschaften, Anwendungen und Vorteile der Verbund- und Nanowerkstoffe in der Medizintechnik verstehen.</li> <li>• einen Überblick über die aktuellen Nanomaterialien in der Medizintechnik und ihre Einsatzbereiche gewinnen.</li> </ul> <p>*Learning objectives and competencies*</p> <p>The students should</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the specific properties, applications and benefits of composites and nanomaterials in medical technology.</li> <li>• gain an overview of the current nanomaterials in medical technology and their fields of application.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambrosio (ed.): Biomedical composites; Oxford, 2010</li> <li>• Wintermantel, Suk-Woo: Medizintechnik; Berlin, 2009</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 675210	<b>Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik</b> (Materials and methodes for medical diagnostic)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik I (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Thoms	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.Ing. Miroslaw Batentschuk	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik I:</p> <p>Röntgenfilme, Computertomographie, Kernspintomographie, Nulearmedizin, optische Kohärenztomographie, Bewertung von Diagnosesystemen.</p> <p>Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik II:</p> <p>Modulationsübertragungsfunktion, Detektive Quanteneffizienz, Röntgenfilme, Leuchtstoffe, Speicherleuchtstoffe, Bildplatten, Computer-Radiographie, Film/Foliensysteme, Röntgenbildverstärker, CCDs, CCD-basierte Röntgendetektoren, a-Si Detektoren, optische Diagnostik, Pulsoxymetrie, Fluoreszenzdiagnostik, Charakterisierung und Optimierung von bildgebenden Systemen.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Grundkenntnisse der funktionalen Eigenschaften von Werkstoffen für Diagnostikgeräte und deren Charakterisierung mittels Kenngrößen. Kompetenzen in dem Systemaufbau und den Optimierungsstrategien moderner Diagnostikgeräte.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Michael Thoms, Workbook of Medical Devices, Engineering and Technology, Tredition, 2020	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 195248	<b>Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik I</b> (Medical Diagnostic Procedures and Materials)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95860	<b>Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik I</b> (Medical diagnostic procedures and materials)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (45 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95865	<b>Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik II</b> (Medical Diagnostic Procedures and Materials II)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95890	<b>Werkstoffoberflächen in der Medizintechnik</b> (Materials surfaces in medical technology)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 464778	<b>Zell-Werkstoff-Wechselwirkungen (MT)</b> (Cell-Materials-Interactions)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Zell-Werkstoff-Wechselwirkungen (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Rainer Detsch	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der Oberfläche bei Biomaterialien</li> <li>• Grenzfläche Biomaterial/Zelle</li> <li>• Einfluss der Oberflächenchemie auf das Zellverhalten</li> <li>• Einfluss der Oberflächentopographie auf das Zellverhalten</li> <li>• Proteinadsorption auf Biomaterialoberflächen</li> <li>• Funktionalisierung von Biomaterialoberflächen/bioaktive Oberflächen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studenten <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Bedeutung der Oberflächeneigenschaften für die Nutzung und Einsetzbarkeit von Biowerkstoffen.</li> <li>• verstehen den Einfluss der Oberflächenchemie und topographie von Biomaterialien auf die Zelladhäsion.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

# M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47679	<b>Advanced Upper-Limb Prosthetics</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Upper-Limb Prosthetics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Claudio Castellini Dr.rer.nat. Sabine Thürauf	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Claudio Castellini	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to upper-limb prosthetics (ULPs): background, motivation, body- vs. self-powered; state of the art</li> <li>• ULPs as robotic arms: challenges and open questions</li> <li>• Human-machine interfaces for ULPs</li> <li>• Sensor modalities: surface electromyography and more</li> <li>• Intent detection for ULPs: reliability, dexterity, pattern recognition, incrementality, interactive machine learning</li> <li>• Feedback and sensory substitution</li> <li>• Human-Machine Interaction in ULPs</li> <li>• Designing ULP experiments</li> <li>• The clinical perspective: impacting on the amputees everyday life</li> </ul> <p>In the exercises, problems will be solved by working out code.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students who have followed the course</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• have a broad understanding of ULPs</li> <li>• can conceive and design an intent-detection + feedback system for ULPs, given a set of requirements / specifications</li> <li>• have knowledge about the clinical situation in the world of ULPs</li> <li>• can tackle previously unknown problems</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• basic maths, especially statistics</li> <li>• fundamentals of signal processing and machine learning</li> <li>• mid-level programming ( Python ,  C#  or similar)</li> <li>• fundamentals of experimental psychology</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20192 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• *[2002]*  Control of Multifunctional Prosthetic Hands by Processing the Electromyographic Signal , M. Zecca, S. Micera, M. C. Carrozza and P. Dario.</li> <li>• *[2010]*  Control of Hand Prostheses Using Peripheral Information , S. Micera, J. Carpaneto and S. Raspopović.</li> <li>• *[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.</li> <li>• *[2012]*  Control of Upper Limb Prostheses: Terminology and Proportional Myoelectric ControlA Review , A. Fougner, Ø. Stavadahl, P. J. Kyberd, Y. G. Losier and P. A. Parker.</li> <li>• *[2015]*  A survey of sensor fusion methods in wearable robotics , D. Novak and R. Riener</li> <li>• *[2016]*  Incremental Learning of Muscle Synergies: From Calibration to Interaction , C. Castellini.</li> <li>• *[2016]*  New developments in prosthetic arm systems , I. Vujaklija, D. Farina and O.C. Aszmann.</li> <li>• *[2019]*  Upper-limb active prosthetics: an overview , C. Castellini.</li> </ul>
----	--------------------------	--



1	<b>Modulbezeichnung</b> 47480	<b>Biomaterialien für Tissue Engineering</b> (Biomaterials for Tissue Engineering)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Biomaterials for Tissue Engineering (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Please scroll down for the English version</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tissue Engineering und regenerative Medizin: Konzepte, Definitionen und historische Entwicklung</li> <li>• Scaffolds: Anforderungen, Herstellung und Charakterisierung</li> <li>• Beispiele: scaffolds für Tissue Engineering von Knochen und Weichgeweben</li> <li>• Neue Konzepte: multifunktionelle scaffolds</li> <li>• Medikamentös wirksame scaffolds: Tissue Engineering und drug delivery</li> </ul> <p>*Content:*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tissue engineering and regenerative medicine: concepts, definitions and historical development</li> <li>• Scaffolds: requirements, production and characterization</li> <li>• Examples: scaffolds for tissue engineering of bone and soft tissues</li> <li>• New concepts: multifunctional scaffolds</li> <li>• Drug effective scaffolds: tissue engineering and drug delivery</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Please scroll down for the English version</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen die Wichtigkeit verschiedener Konzepte im Bereich Tissue Engineering (TE).</li> <li>• kennen die im Bereich Biomaterialien am häufigsten verwendeten Werkstoffe sowie deren Herstellung, Charakterisierung.</li> <li>• sind mit der Verarbeitung und dem Einsatz unterschiedlicher Materialtypen wie Metalle, Keramiken und Polymere als Gerüstmaterialien (scaffolds) im TE vertraut.</li> </ul> <p>*Learning objectives and competencies*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the importance of different concepts in tissue engineering (TE).</li> <li>• know the materials most commonly used in biomaterials, as well as their production and characterization.</li> <li>• are familiar with the processing and use of different types of materials such as metals, ceramics and polymers as scaffold structures in TE.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boccaccini, Gough, J.E. (eds.): Tissue engineering using ceramics and polymers; Cambridge, 2007</li> <li>• Polak, Mantalaris, Harding (eds.): Advances in Tissue Engineering; Oxford u.a., 2010</li> <li>• Wintermantel, Suk-Woo: Medizintechnik; Berlin, 52009</li> <li>• Hench, Jones (eds.): Biomaterials, artificial organs und tissue engineering; Oxford, 2005</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96838	<b>Computational Medicine I</b> (Computational Medicine I)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Medicine I (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Stefan Kniesburges Dr.-Ing. Marion Semmler Prof. Dr. Michael Döllinger	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Döllinger Ute Katz	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung vermittelt die Anwendung von computergestützten experimentellen und numerischen Methoden auf dem Gebiet der Stimmforschung. Es wird gezeigt, wie im Ingenieursstudium erlernte Methoden und Techniken in der medizinischen/klinischen Forschung zur Anwendung kommen. Dies wird anhand des Stimmentstehungsprozesses dargestellt, der strömungs- und strukturmechanische sowie akustische Aspekte umfasst. Die große Herausforderung in der Stimmforschung ist dabei, dass der Stimmentstehungsprozess am lebenden Menschen nur sehr eingeschränkt untersucht werden kann, da im menschlichen Kehlkopf Messsonden und Sensoren nur sehr schwer oder überhaupt nicht platziert werden können.</p> <p>Aus diesem Grund werden in dieser Vorlesung neben der Vermittlung der relevanten Physiologie und Anatomie, experimentelle und numerische Modellierungsstrategien, visuelle und Laser-gestützte Techniken zur in vivo Visualisierung der Stimmlippenschwingung und kombinierte experimentell-numerische Methoden zur Analyse des Fluid-Struktur-Akustik-gekoppelten Prozesses erarbeitet. Hierbei werden folgende Techniken und Methoden vermittelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Endoskopietechniken auf Basis digitaler Hochgeschwindigkeitskameras</li> <li>2) Digitale Bildverarbeitung und –analyse: klassische und moderne Deep Learning Verfahren</li> <li>3) 3D Laserstützte Highspeed-Visualisierung der Stimmlippenschwingung</li> <li>4) Entwicklung von klinischen Diagnostik- und Analysetechniken zur objektiven Beurteilung von Pathologien</li> <li>5) Numerische Modellierung der Stimmlippendynamik mit Massenmodellen und Finiten Elementen</li> <li>6) Numerische Simulation der Kehlkopfströmung und der Interaktion mit den Stimmlippen</li> <li>7) Numerische Simulation der Schallentstehung auf Basis der Kehlkopfströmung</li> <li>8) Experimentelle Modellierung des Kehlkopfes: synthetische und exzidierte Kadaver-Modelle</li> <li>9) Optimierungsverfahren zur multimodalen Analyse von klinischen Hochgeschwindigkeitsaufnahmen mittels numerischer Stimmlippenmodelle</li> <li>10) Analyse und Bearbeitung generierter Daten</li> </ol>	

		<p>The lecture communicates the application of computer controlled experimental and numerical methods in the area of physiological and pathological speech communication and speech production. It is communicated how learned theory and learned methods can be applied in medical and clinical oriented research. The main focus is on the process of voice production with its complex physical fluid-structure-acoustic interactions (FSAI). The challenge in clinical routine is the limited accessibility of the larynx where the sound is actually produced. This limited access makes it very difficult to place sensors and measurement tools directly in the living human.</p> <p>Hence, the lecture (1) briefly communicates relevant physiology and anatomy being requisite to actually understand the problem. (2) Experimental and numerical model strategies, visual and laser based techniques for visualization and (3) experimental / numerical methods for analysis of the fluid-structure-acoustic interaction are communicated. This includes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Imaging by High-speed-video endoscopy (&gt;4000 fps)</li> <li>2) Image processing and image analysis: classical approaches and machine learning based</li> <li>3) 3D laser based high-speed visualization</li> <li>4) Development of clinical diagnostic approaches for quantitative judgement of disorders</li> <li>5) Numerical modelling of laryngeal dynamics by lumped-mass and 3D-FVM models</li> <li>6) Numerical simulation of laryngeal airflow and interaction with the vocal folds</li> <li>7) Numerical simulation of generated acoustics</li> <li>8) Experimental model of laryngeal processes using synthetic and ex-vivo cadaver models</li> <li>9) Parameter optimization of numerical models towards real laryngeal dynamics</li> <li>10) How to analyse generated data</li> </ol>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden verstehen das systematische Vorgehen beim Erstellen und Verarbeiten von medizinischen Daten im Bereich der Grundlagen- und klinischen Forschung.</p> <p>The systematic process chain including generation, simulations, analysis and interpretation of multi-modal based data (clinical/experimental/numerical) within basic and clinical research will be communicated.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	-
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5;4;6;7;8;9;10

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich Mündliche Prüfung, 100%  Oral, 100%
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97277	<b>Geometrische numerische Integration</b> (Geometric numerical integration)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Geometric Numerical Integration (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration of ordinary differential equations</li> <li>• Numerical integration</li> <li>• Conservation of first integrals (linear and quadratic invariants)</li> <li>• Symplectic integration of Hamiltonian systems</li> <li>• Variational integrators</li> <li>• Error analysis</li> </ul> <p>In this lecture, numerical methods that preserve the geometric properties of the flow of a differential equation are presented. First, basic concepts of integration theory such as consistency and convergence are repeated. Several numerical integration methods (Runge-Kutta methods, collocation methods, partitioned methods, composition and splitting methods) are introduced. Conditions for the preservation of first integrals are derived and proven. After a brief introduction into symmetric methods, symplectic integrators for Lagrange and Hamilton systems are considered. Basic concepts such as Hamilton's principle, symplecticity, and Noether's theorem are introduced. A discrete formulation leads to the class of variational integrators which is equivalent to the class of symplectic methods. The symplecticity leads to a more accurate long-time integration which is proven by concepts of backward error analysis and is demonstrated by means of numerical examples.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>The students</p> <p>are familiar with Lagrange systems and Hamiltonian systems and Hamilton's principle</p> <p>know the terms ordinary differential equation and analytic solution</p> <p>are familiar with consistency and convergence of a discrete evolution</p> <p>know standard integrators to solve ordinary differential equations numerically (Runge-Kutta methods, collocation methods, composition and splitting methods)</p> <p>know symmetric integrators</p> <p>are familiar with the terms first integrals and quadratic invariants</p>

		<p>are familiar with Noethers theorem and symplecticity of the Hamilton flow</p> <p>know symplectic integrators/variational integrators</p> <p>know conservation properties of symplectic/variational integrators</p> <p>are familiar with variational error analysis and backward error analysis</p> <p>Anwenden</p> <p>The students</p> <p>derive Lagrange- and Hamiltons equations</p> <p>determine invariants of dynamical systems</p> <p>implement numerical integrators and solve the ordinary differential equations numerically</p> <p>analyse the numerical solutions regarding accuracy, conservation of invariants, convergence, symmetry</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20192 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Hairer, G. Wanner and C. Lubich, Geometric Numerical Integration: Structure-Preserving Algorithms for Ordinary Differential Equations. Springer, 2006.</li> <li>• E. Hairer, S. Nørsett, and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. I Nonstiff problems. Springer, 1993.</li> <li>• E. Hairer and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. II Stiff and differential-algebraic problems. Springer, 2010.</li> </ul>

- J. E. Marsden and M. West, Discrete mechanics and variational integrators. Acta Numerica, 2001.
- E. Hairer, C. Lubich and G. Wanner. Geometric numerical integration illustrated by the StörmerVerlet method. Acta Numerica, 2003.
- E. Süli and D. F. Mayers, An Introduction to Numerical Analysis. Cambridge University Press, 2003.



1	<b>Modulbezeichnung</b> 97086	<b>Gießereitechnik 1</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Gießereitechnik 1 (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Grundlagen der Gießereitechnik</li> <li>• Gusslegierungen und Legierungselemente</li> <li>• Gießverfahren mit Dauerformen: Druckguss, Thixomolding</li> <li>• Werkzeugtechnologie im Bereich der Dauerformverfahren</li> <li>• Feinguss unter Einbeziehung additiver Verfahren</li> <li>• Kopplung von Prozess- und Bauteileigenschaften</li> <li>• Gieß- und bearbeitungsgerechtes Konstruieren</li> <li>• Advanced Technologies im Bereich Gießereitechnik</li> <li>• Ansätze für nachhaltigere Gießereiverfahren/ Gussbauteile</li> <li>• Qualitätssicherung und Prüfverfahren von Gussbauteilen</li> <li>• Fügetechnik von Gussbauteilen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>Im Rahmen von GTK1 erwerben die Studierenden grundlegende verfahrens-, werkstoff- und prüftechnische Kenntnisse der gießtechnischen Verfahren. Außerdem sollen konstruktive und umwelttechnische Aspekte der Gießverfahren vermittelt werden, um die Studierenden zu befähigen sich an zukunftsorientierten Entwicklungen im Bereich der Gießereitechnik zu beteiligen.</p> <p>Die zu vermittelnden Kenntnisse sind im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen über die grundlegenden Vorgänge bei der Erstarrung von Metallschmelzen auf unterschiedlichen Skalierungsebenen und im Zusammenhang mit der entstehenden Morphologie des Gefüges, den damit verbundenen Eigenschaften des Bauteils sowie des Formfüllverhaltens und des Wärmeübergangs.</li> <li>• Wissen über die Nomenklatur, Unterteilung und Hauptgruppen von Aluminiumlegierungen sowie den Einflüssen bestimmter Legierungselemente und industriell üblicher Legierungen für bestimmte Anwendungsfelder.</li> <li>• Wissen über Abläufe und Anpassungsmöglichkeiten des Druckguss- und Thixomolding-Verfahrens im Hinblick auf verfahrenstechnische Besonderheiten (Formfüllung, Trennstoffe, Legierungsreinigung, Wärmeübergänge)</li> <li>• Wissen über prozessspezifische Anforderungen und Auslegungskriterien sowie sensorischer Applikationen und konstruktiven Neuerungen (z.B. Leichtbauwerkzeuge) innerhalb der Werkzeugtechnologie im Bereich der Dauerformverfahren</li> </ul>	

- Wissen über die Einordnung des Feingusses nach dem Wachsausschmelzverfahren sowie über die Möglichkeiten und Abgrenzung additiver Modellherstellung zur konventionellen Modellherstellung, als auch hinsichtlich der Anforderungen und Wechselwirkungen zwischen Modell- und Formwerkstoff und Zukunftspotential des Verfahrens im Hinblick auf die Additive Fertigung von Metallbauteilen.
- Wissen über die Kopplung von Prozesscharakteristika und Bauteileigenschaften hinsichtlich der unterschiedlichen Wirkungsketten und Prozesseinflüsse sowie die Ursachen und Auswirkungen prozessbedingter Imperfektionen.
- Wissen über Grundlagen und verfahrensspezifische Gestaltungsrichtlinien für das gieß- und bearbeitungsgerechte Konstruieren von metallischen Gussbauteilen.
- Wissen über Neuerungen und aktuelle Entwicklungen im Bereich der Gießtechnik im Hinblick auf aktuelle und zukünftige Schlüsseltechnologien (Micro Casting, Bulk Metals, Vakuumfeinguss)
- Wissen hinsichtlich aktueller Ansätze zur Gestaltung und Umsetzung nachhaltigerer Gießverfahren und Gussbauteilen mit dem Fokus auf Elektrifizierung der Gießaggregate und Wasserstoffeinbindung sowie den Umweltaspekten der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung.
- Wissen über gängige Prüfverfahren zur Qualitätssicherung von Gussbauteilen ()
- Wissen über die prozesstechnischen Grundlagen, Anforderungen und Möglichkeiten fügetechnischer Verfahren in Bezug auf die Anbindung von Gussbauteilen (Klebertechnologie, Schweißen von Gussbauteilen, Hybridguss)

#### Verstehen

Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Lehrveranstaltung GTK1 verfügen die Studierenden über Verständnisse hinsichtlich der prozesstechnischen, werkstofftechnischen und konstruktiven Einflussfaktoren des Gussbauteilverhaltens sowie deren Abhängigkeiten bei der Gestaltung und Auslegung von Gießprozessen und Gussbauteilen von der Bauteilplanung bis zur Qualitätskontrolle und Weiterverarbeitung des Gussbauteils.

Hierbei stehen besonders die folgenden Verständnisse im Fokus:

- Verständnis über die Erstarrungs- und Fließprozesse beim Gießen von Metallschmelzen sowie deren Wechselwirkung untereinander und mit dem Wärmeübergang zwischen Bauteil und Form sowie der Ausbildung des Gefüges
- Verständnis über die Unterteilung und Bezeichnung der verschiedenen Aluminiumlegierungen sowie deren

unterschiedlichen Legierungselemente und Anwendungen, als auch die Einflüsse und Wechselwirkungen verschiedener Legierungselemente

- Verständnis hinsichtlich des Prozesses und der Peripherie von Druckguss- und Thixomolding-Verfahren sowie verfahrensspezifischer Besonderheiten und Restriktionen hinsichtlich Bauteil- und Werkzeugauslegung.
- Verständnis über die Anforderungen und prozessbedingten Anpassungen der Dauerformwerkzeuge bis zur Anwendung von Leichtbauaspekten
- Verständnis hinsichtlich der Kopplung von Prozesscharakteristika und Bauteileigenschaften von der Prozessstabilität bis zu Wirkungsketten von prozessbedingten Imperfektionen
- Verständnis über die Hintergründe und Grenzen bei der Gestaltung gieß- und bearbeitungsgerechter Gussbauteile
- Verständnis hinsichtlich der prozesstechnischen Grundlagen und Möglichkeiten zukunftsorientierter Entwicklungsansätze in der Gießereitechnik
- Verständnis über die prozesstechnische Umsetzung und technischen Hintergründe aktueller Ansätze nachhaltigerer Gießverfahren und Gussbauteilen sowie das Verständnis über die Prozesskette der Aluminiumverarbeitung von Gewinnung bis Rückführung und möglicher Ansatzpunkte zukünftiger Entwicklungen
- Verständnis über die technischen Hintergründe und Grenzen der angewendeten Prüfverfahren im Hinblick auf die untersuchten Qualitätsfaktoren
- Verständnis hinsichtlich der Verfahrensgrundlagen und Anwendungsfelder sowie den Restriktionen und Problemstellungen der fügetechnischen Einbindung von Gussbauteilen

#### Anwenden

Die Studierenden wenden im Rahmen von Übungsaufgaben Gelerntes an. Dabei wägen sie entsprechend gegebenen Rahmenbedingungen Material-, Verfahrens- und Bauteilgestaltungsansätze ab und legen geeignete Prüf- und Fügeverfahren fest.

Die Vorlesung soll dazu befähigen, erworbenes Wissen anzuwenden mit dem Ziel einer weiteren Vertiefung der folgenden Aspekte:

- Legierungsauswahl entsprechend Bauteil-, Prozess- und Umweltaanforderungen
- Auswahl geeigneter Gießprozesse entsprechend gegebener Randbedingungen

- Bauteilgestaltung unter Berücksichtigung der Gießverfahren sowie nachgeschalteter Bearbeitungs- bzw. Handhabungsprozesse
- Auswahl geeigneter Prozesstechnik zur Vermeidung von Bauteildefekten/ Prozessinstabilität
- Auswahl geeigneter Prüfmethode für unterschiedliche Bauteilanforderungen
- Umsetzung von Strategien zur Erzielung einer höheren Nachhaltigkeit an einem gegebenen Fallbeispiel
- Auslegung einer geeigneten Füge-technik um Berücksichtigung anwendungsspezifischer Randbedingungen
- Transfer/Adaption bestehender Prozesskenntnisse auf zukünftige Anwendungsgebiete, Berücksichtigung aktueller Limitierungen anhand konkreter Fallbeispiele

#### Analysieren

- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Produktionstechnik 1 zu erwerbenden Kompetenzen über Fertigungsverfahren der Hauptgruppe Urformen nach DIN 8580, im Besonderen zur Gießereitechnik
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Fertigungsmesstechnik 1 zu erwerbenden Kompetenzen über Toleranzen in der Gießereitechnik
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Fertigungsmesstechnik 2 zu erwerbenden Kompetenzen über Verfahren zur Qualitätssicherung und Messtechnik in der Gießereitechnik
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Technische Produktgestaltung zu erwerbenden Kompetenzen über das gieß- und bearbeitungsgerechte Konstruieren
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Ressourceneffiziente Produktionssysteme zu erwerbenden Kompetenzen über Strategien zur nachhaltigen Prozessgestaltung mit dem Fokus auf Ansätze für nachhaltigere Gießverfahren
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Metallische Werkstoffe: Grundlagen zu erwerbenden Kompetenzen über die werkstoffkundlichen Grundlagen im Bereich NE-Metalle

#### Evaluieren (Beurteilen)

Anhand der erlernten Gießverfahren sowie deren Verfahrensgrundlagen und Besonderheiten, den verschiedenen Aspekten des Materialverhaltens, dargelegt im Rahmen der Legierungszusammensetzung, der Werkzeugauslegung und der Prozessbedingten Bauteileinflüsse, und kontextbezogene Richtlinien für die Gestaltung gusstechnischer Produkte sind die Studierenden in der Lage die Bauteilauslegung im

		<p>Hinblick auf Material-, Verfahrenswahl und Gestaltung des Bauteils, bzw. des Werkzeugs, unter Berücksichtigung von bestimmten Prozesscharakteristika bezüglich der Anwendbarkeit einzuschätzen. Außerdem können sie die Anwendung verschiedener Gießverfahren für gegebene Rahmenbedingungen untereinander und mit anderen Fertigungsverfahren abwägen.</p> <p>Ebenso sind sie fähig potentielle Ansatzpunkte für eine nachhaltigere Gießprozessentwicklung zu identifizieren und mögliche Umsetzung anhand der gegebenen Rahmenbedingungen umzusetzen.</p> <p>Erschaffen</p> <p>Die Studierenden werden durch die erlernten Verfahren, Ansätze und Zusammenhänge befähigt, konkrete Verbesserungsvorschläge zu bestehenden Gießverfahren, bzw. Gussbauteilen, hinsichtlich unterschiedlichster prozess-, werkstoff-, umwelttechnischer Aspekte eigenständig zu erarbeiten. Zudem sind sie in der Lage gusstechnische Bauteile für verschiedenste Anwendungsfelder und gießtechnische Herstellungsverfahren zu gestalten. Des Weiteren sind sie im Stande Bauteilschwachstellen zu identifizieren und Abhilfestrategien zu erarbeiten. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, Gestaltungsrichtlinien und Prozessschwerpunkte für neuartige Gießverfahren aus grundlegenden Verfahrenseigenschaften abzuleiten und bei der Gestaltung gießtechnischer Produkte anzuwenden.</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Befähigung zur selbständigen Gestaltung von gusstechnischen Produkten und Gießprozessen gemäß erlernten Restriktionen sowie Beurteilung vorhandener Optimierungspotentiale hinsichtlich prozess-, material- und umwelttechnischer Aspekte anhand der erlernten Bewertungsschemata.</p> <p>Selbstkompetenz</p> <p>Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen in fachlicher Hinsicht.</p> <p>Sozialkompetenz</p> <p>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 konstruktive Rückmeldungen.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97121	<b>Handhabungs- und Montagetechnik</b> (Industrial handling and assembly technology)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Handhabungs- und Montagetechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Handhabungs- und Montagetechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jonas Walter	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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 Fertigungssystemen 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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Montagefreundlichkeit von Produkten zu beurteilen und zu verbessern,</li> <li>• Montage- und Handhabungsprozesse zu beurteilen, auszuwählen und zu optimieren,</li> <li>• die dazu erforderlichen Geräte, Vorrichtungen und Werkzeuge zu bewerten, und</li> <li>• Montageprozesse sowie -systeme zu konzipieren, zu planen und weiterzuentwickeln.</li> </ul> <p>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.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldmann, Klaus; Schöppner, Volker; Spur, Günter (Hg.) (2014): Handbuch Fügen, Handhaben, Montieren. 2., vollständig neu bearbeitete Auflage. München: Hanser.</li> <li>• Lotter, Bruno; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Montage in der industriellen Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.</li> <li>• Rainer Müller, Jörg Franke, Dominik Henrich, Bernd Kuhlenkötter, Annika Raatz, Alexander Verl (Hg.) (2019): Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration: Hanser Fachbuchverlag.</li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 97250	<b>Integrierte Produktentwicklung</b> (Integrated product development)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Integrierte Produktentwicklung (4 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jörg Miehl	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faktor Mensch in der Produktentwicklung I</li> <li>- Faktor Mensch in der Produktentwicklung II</li> <li>- Prozessmanagement und PLM</li> <li>- Systems Engineering</li> <li>- Projektmanagement</li> <li>- Entwicklungscontrolling</li> <li>- Bewerten und Entscheidungsfindung</li> <li>- Trendforschung &amp; Szenariotechnik</li> <li>- Bionik</li> <li>- Risikomanagement</li> <li>- Wissensmanagement</li> <li>- Komplexitätsmanagement</li> <li>- Innovationsmanagement</li> <li>- Affective Engineering</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><u>Fachkompetenz</u> <b>Wissen</b></p> <p>Im Rahmen von IPE erwerben Studierende Kenntnisse, um organisatorische, methodische sowie technische Maßnahmen und Hilfsmittel zielorientiert als ganzheitlich denkende Produktentwickler einzusetzen. Zentrale Lehrinhalte des Moduls sind das Management der Prozesse in modernen Unternehmen sowie Möglichkeiten der methodischen Unterstützung. Studierende kennen konkrete Termine, Definitionen, Verfahren und Merkmale in den folgenden Bereichen:</p>	

- Wissen über den zu verinnerlichenden Grundgedanken der IPE mit den vier Aspekten Mensch, Methodik, Technik und Organisation sowie deren Zusammenspiel
- Wissen über das Managen von Unternehmensprozessen; Methoden zur Modellierung von Geschäfts- und Unternehmensprozessen; Management von Projekten inklusive der Planung von Ressourcen, Kalkulation und Überwachung von Projektkosten, Strukturierung von Arbeitspaketen, Messung des Projektfortschritts, Erkennen und Lösen von Problemen im Projektverlauf
- Wissen über Methoden die für die genannten Punkte eingesetzt werden können: Prozessmodellierung mittels Netzplantechnik, Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS), erweiterte ereignisgesteuerte Prozessketten (eEPK), Structured Analysis and Design Technique (SADT) und Anwendung ausgewählter Beispiele
- Wissen über die Bedeutung des Entwicklungscontrollings und der spezifischen Bereiche Strategie-, Bereichs- und Projektcontrolling; Einordnung des Controllings im Unternehmen sowie Wissen über zentrale Methoden des Controllings
- Wissen über Methoden des Risikomanagements: Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FEMA), Fehlerbaumanalyse, Markov Ketten
- Wissen über die typischen Barrieren bei der Einführung von WM-Systemen; Wissen über das Phasenmodell zur Etablierung eines WM-Prozesses in Unternehmen
- Wissen über Komplexitätsmanagement; Entstehen von Komplexität in Produkten und Prozessen; Wissen über und Erkennen von Komplexität und Komplexitätstreibern sowie deren Auswirkungen; Strategien, Methoden und Werkzeuge zum Komplexitätsmanagement: Management von Varianten, Variantenstrategien, Variantenbaum, Wiederholteilsuche, Variant Mode and Effect Analysis (VMEA); Wissen über Änderungsstrategien: Unterscheidung der beiden Ansätze korrigierendes und generierendes Ändern, Ablauf der notwendigen Prozesskette für eine technische Änderung
- Wissen über Product Lifecycle Management (PLM); Wissen über den Produktlebenszyklus und die einzelnen Phasen; Wissen über die Notwendigkeit von und Anforderungen an PLM-Systeme; Wissen über Versionen und Varianten; Wissen über Konfigurationsmanagement; Wissen über Workflow- und Änderungsmanagement
- Wissen über Innovationsmanagement; Abgrenzung der Begriffe Idee, Innovation, Technologie und Technik; Wissen über die Aufgabenfelder und Ziele des Innovationsmanagements; Wissen über den Innovationsprozess und seine Phasen; Methoden und Hilfsmittel zur Technologiefrüherkennung und -prognose; Wissen über die S-Kurve zur Abschätzung der

technologischen Entwicklung; Faktoren zur Förderung der Innovationskultur; Wissen über Innovationskostenbudgetierung

- Wissen über affektive Faktoren in der Produktentwicklung: Abgrenzung von Affektivität, Emotion und Gefühl, Subjektive und objektive Qualität, Prozess des subjektiven Werteempfindens, Ästhetik und Gestaltprinzipien, Ausgewählte Methoden des Affective Engineering

### **Verstehen**

Studierende verstehen die grundlegenden Abläufe und Zusammenhänge in den Bereichen:

- Risikoeinschätzung
- Planungs- und Managementtechniken
- Information, Wissen und Wissensmanagement
- Innovationsmanagement
- Affective Engineering

### **Anwenden**

Im Rahmen des Moduls IPE bearbeiten die Studierenden eigenständig Prozessmodelle, Projektpläne, Trendanalysen, Bewertungsobjekte, Szenariogestaltungsfelder, risikobehaftete Systeme sowie Komplexitätsanalysen. Die Arbeiten erfolgen in Gruppen, die Studierenden präsentieren ihre Ergebnisse unter der Leitung des wissenschaftlichen Personals. Grundlage für die genannten Tätigkeiten stellt das zuvor erworbene Wissen dar.

### **Analysieren**

Die Studierenden sind in der Lage Querverweise zu den im Modul MRK erworbenen Kompetenzen aufzuzeigen.

## **Evaluieren (Beurteilen)**

Anhand der erlernten Kenntnisse der Integrierten Produktentwicklung schätzen die Studierenden, deren Eignung für unbekannte Problemstellungen ein und beurteilen diese. Darüber hinaus können Studierende nach der Veranstaltung die entsprechenden Methoden kritisch hinterfragen und wichtige Entscheidungskriterien bei der Produktentwicklung aufstellen.

## **Erschaffen**

Im Rahmen des Moduls IPE erwerben die Studierenden Kenntnisse, um selbstständig konkrete Problemstellungen zu bearbeiten:

- Die Studierenden entwickeln das Prozessmodell für einen Geschäftsprozess zur Bauteilbearbeitung und greifen dabei auf das zuvor vermittelte Wissen zurück (Modellierungsobjekte und -restriktionen).
- Die Aufgaben zur Projektplanung steigen in ihrer Kompliziertheit und werden von den Studierenden selbstständig bearbeitet. Dabei erzeugen sie Projektpläne, berechnen Pufferzeiten und identifizieren den jeweiligen kritischen Pfad. Weiterhin werden für konkrete Beispiele Meilensteinpläne und Gantt-Diagramme erarbeitet.
- Für ein realistisches Beispiel (ICE-Drehgestell) erzeugen die Studierenden eine Kosten-Trendanalyse und eine Meilenstein-Trendanalyse. Sie analysieren ihre Ergebnisse und beurteilen selbstständig, ob hinsichtlich der beiden Aspekte ein Verzug im Projekt auftritt und ggf. eingegriffen werden müsste.
- Im Rahmen des Themenfelds „Bewerten und Entscheidungsfindung“ erzeugen die Studierenden für ein durchgehendes Beispiel eine gewichtete Punktbewertung. Die Ergebnisse werden präsentiert und besprochen.
- Basierend auf den Inhalten zum Thema „Szenariotechnik“ erzeugen die Studierenden Lösungen für ein durchgehendes Beispiel und durchlaufen dabei alle Stufen des Szenariobildungsprozesses. Ausgehend von einer Gestaltungsfeldanalyse identifizieren die Studierenden selbstständig Umfeld- und Lenkungsgrößen, legen Schlüsselfaktoren (SF) fest, erzeugen ein vollständiges Aktiv-

		<p>Passiv Grid, ermitteln Zukunftsprognosen für jeden SF und erzeugen daraus die einzelnen Szenarien. Die Ergebnisse werden präsentiert und diskutiert.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Rahmen des Themenfelds „Risikomanagement“ wird Wissen über die Grundlagen der Bool'schen Algebra vermittelt und anschließend von den Studierenden in kurzen Beispielen angewandt. Die Teilnehmenden analysieren Fehlerbäume und optimieren diese anschließend.</li> <li>• Die Studierenden stellen im Rahmen des Themas „Komplexitätsmanagement“ Merkmalbäume auf und führen Planspiele auf Funktions- und Bauteilebene durch. Außerdem erstellen und analysieren sie Multiple-Domain-Matrizen und Distanzmatrizen.</li> </ul> <p><u>Lern- bzw. Methodenkompetenz</u></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, selbständig Produkte und Prozesse gemäß erlernter Vorgehensweisen und Richtlinien zu gestalten, unter Berücksichtigung verschiedenster Design-for-X-Aspekte sowie bestehende Produkte und Prozesse hinsichtlich gestellter Anforderungen des Design-for-X objektiv zu bewerten.</p> <p><u>Selbstkompetenz</u></p> <p>Die Studierenden erwerben Fähigkeiten zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen, objektiven Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. Umsetzung der erworbenen Kenntnisse der Richtlinien des Design-for-X in der Konstruktion) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. Erarbeitung von Lösungen und Kompromissen im interdisziplinären Team).</p> <p><u>Sozialkompetenz</u></p> <p>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 Betreuende und Mitstudierende wertschätzendes Feedback.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47490	<b>Kardiologische Implantate</b> (Cardiac Implants)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kardiologische Implantate (Teil 1) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernhard Hensel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Bernhard Hensel	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Implantate für die Kardiologie, die von der Medizintechnik für Diagnose und Therapie von Erkrankungen des Herzens und der Blutgefäße bereitgestellt werden.</p> <p>In diesem ersten Teil der Vorlesungsreihe werden zunächst wichtige Grundlagen vorgestellt, die für den Einsatz von Implantaten im Bereich der Kardiologie wichtig sind.</p> <p>Hierzu zählen u.a. die Anatomie und Physiologie des Herzens, diagnostische Verfahren wie die Elektrokardiographie, pharmakologische Behandlungsmöglichkeiten von Herzerkrankungen und technische Grundlagen für den Einsatz von Implantaten im menschlichen Körper.</p> <p>Der Hauptteil ist dem Einsatz von Herzschrittmachern zur Behandlung von bradykarden Herzrhythmusstörungen und dem Defibrillator für tachykarde Rhythmusstörungen gewidmet.</p> <p>Daneben werden auch die mathematisch-physikalischen Grundlagen biologischer Uhren, das damit verbundene Auftreten von Kammerflimmern und der plötzliche Herztod behandelt.</p> <p>Den Abschluss bilden modernste Monitoring-Implantate zur Erkennung von Vorhofflimmern zur Schlaganfallprävention.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden lernen, wie zur Lösung einer medizinischen Fragestellung eine Therapieform von Unternehmen der Medizintechnik bereitgestellt wird und sich über viele Jahre weiterentwickelt.</p> <p>Besonderes Gewicht liegt auf der Interdisziplinarität von Forschung und Entwicklung in diesem Bereich.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Abgeschlossenes Bachelorstudium Medizintechnik.</p> <p>Grundkenntnisse Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie.</p>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Wird bereitgestellt.



1	<b>Modulbezeichnung</b> 47605	<b>Kardiologische Implantate 2</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Bernhard Hensel	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Implantate für die Kardiologie, die von der Medizintechnik für Diagnose und Therapie von Erkrankungen des Herzens und der Blutgefäße bereitgestellt werden. In diesem zweiten Teil der Vorlesungsreihe stehen besonders Implantate für den minimalinvasiven Einsatz im Mittelpunkt. Es werden Gefäßstützen (Stents) für die Koronargefäße und die peripheren Gefäße behandelt. Darauf aufbauend werden Implantate für den Herzklappenersatz vorgestellt. Neben den klassischen chirurgischen Implantaten (mechanisch, biologisch) gilt der TAVI als minimalinvasiver Variante besonderes Augenmerk.</p> <p>Zum Abschluss werden Aspekte der kommerziellen Verwertung von Erfindungen durch Patente erläutert.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden lernen, wie zur Lösung einer medizinischen Fragestellung eine Therapieform von Unternehmen der Medizintechnik bereitgestellt wird und sich über viele Jahre weiterentwickelt. Besonderes Gewicht liegt auf der Interdisziplinarität von Forschung und Entwicklung in diesem Bereich.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Abgeschlossenes Bachelorstudium Medizintechnik. Grundkenntnisse Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	folgt	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95250	<b>Konstruieren mit Kunststoffen</b> (Plastic construction)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Konstruieren mit Kunststoffen (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul Konstruieren mit Kunststoffen stellt wichtige Aspekte für die Konstruktion von Bauteilen mit Kunststoffen dar.</p> <p>Der Inhalt gliedert sich wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung, methodisches Konstruieren, Anforderungslisten</li> <li>• Werkstoffauswahl, Werkstoffdatenbanken</li> <li>• Auswahl des Fertigungsverfahrens</li> <li>• Innere Eigenschaften und Verarbeitungseinflüsse</li> <li>• Werkzeuge für den Verarbeitungsprozess</li> <li>• Modellbildung und Simulation des Verarbeitungsprozesses</li> <li>• Dimensionieren</li> <li>• Modellbildung und Simulation zu Bauteilauslegung</li> <li>• Werkstoffgerechtes Konstruieren</li> <li>• Verbindungstechnik</li> <li>• Maschinenelemente</li> <li>• Rapid Prototyping und Rapid Tooling</li> <li>• Bauteilprüfung und Produkterprobung</li> </ul> <p>Wichtige Grundlagen für das Modul sind die Kenntnis der Eigenschaften der verschiedenen Kunststoffe und ihre Modifikationen sowie die Kenntnis der Fertigungsprozesse und dass diese sich entscheidend auf die Bauteilkonstruktion auswirken.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen für die Konstruktion mit Kunststoffen.</li> <li>• Kennen die Vorgangsweise beim Erstellen einer Konstruktion mit Bauteilen aus Kunststoff.</li> <li>• Verstehen, wie sich die speziellen Eigenschaften der Kunststoffe auf die Konstruktion auswirken.</li> <li>• Kennen und Verstehen die wichtigen Punkte bei der Erstellung einer Simulation.</li> <li>• Kennen die verschiedenen Hilfsmittel bei Erstellung einer Konstruktion, wie etwa Werkstoffdatenbanken und Simulationen und können diese Anwenden.</li> <li>• Können für eine gegebene Konstruktionsaufgabe verschiedene Werkstoffe auswählen und bewerten</li> <li>• Können einen Werkstoff für ein gegebenes Anforderungsprofil sowie kunststoff- und fertigungsgerechte Konstruktion eines Bauteils auswählen.</li> <li>• Können eine kritische, bewertende Betrachtung von Bauteilen hinsichtlich Werkstoffauswahl und Konstruktion durchführen.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Können Simulationsergebnissen bewerten und daraus sinnvolle Maßnahmen für die Konstruktion ableiten.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Abgeschlossene GOP
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	G.W. Ehrenstein: Mit Kunststoffen konstruieren - Eine Einführung; Hanser Verlag München Wien; ISBN 3-446-21295-7

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97320	<b>Kunststofftechnik II</b> (Plastics engineering II)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technologie der Verbundwerkstoffe (2 SWS) Vorlesung: Konstruieren mit Kunststoffen (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer
5	<b>Inhalt</b>	<p> *Inhalt: Konstruieren mit Kunststoffen* </p> <p>"Konstruieren mit Kunststoffen" stellt wichtige Aspekte für die Konstruktion von Bauteilen mit Kunststoffen dar.</p> <p>Der Inhalt gliedert sich wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung, methodisches Konstruieren, Anforderungslisten</li> <li>• Werkstoffauswahl, Werkstoffdatenbanken</li> <li>• Auswahl des Fertigungsverfahrens</li> <li>• Innere Eigenschaften und Verarbeitungseinflüsse</li> <li>• Werkzeuge für den Verarbeitungsprozess</li> <li>• Modellbildung und Simulation des Verarbeitungsprozesses</li> <li>• Dimensionieren</li> <li>• Modellbildung und Simulation zu Bauteilauslegung</li> <li>• Werkstoffgerechtes Konstruieren</li> <li>• Verbindungstechnik</li> <li>• Maschinenelemente</li> <li>• Rapid Prototyping und Rapid Tooling</li> <li>• Bauteilprüfung und Produkterprobung</li> </ul> <p>Eine wichtige Grundlage sind die Kenntnis der Eigenschaften der verschiedenen Kunststoffe und ihre Modifikationen sowie die Kenntnis der Fertigungsprozesse und dass diese sich entscheidend auf die Bauteilkonstruktion auswirken.</p> <p> *Inhalt: Technologie der Verbundwerkstoffe* </p> <p>"Technologie der Faserverbundwerkstoffe" stellt die einzelnen Komponenten (Faser und Matrix), die Auslegung, Verarbeitungstechnologie, Simulation und Prüfung mit Fokus auf Faserverbundkunststoffe vor.</p> <p>Im Einzelnen ist "Technologie der Faserverbundwerkstoffe" wie folgt gegliedert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Verstärkungsfasern</li> <li>• Matrix</li> <li>• Fasern und Matrix im Verbund</li> <li>• Verarbeitung (Duroplaste und Thermoplaste)</li> <li>• Auslegung (klassische Laminattheorie)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung und Verbindungstechnik</li> <li>• Simulation</li> <li>• Mechanische Prüfung und Inspektion</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen für die Konstruktion mit Kunststoffen.</li> <li>• Kennen die Vorgangsweise beim Erstellen einer Konstruktion mit Bauteilen aus Kunststoff.</li> <li>• Verstehen, wie sich die speziellen Eigenschaften der Kunststoffe auf die Konstruktion auswirken.</li> <li>• Kennen und Verstehen die wichtigen Punkte bei der Erstellung einer Simulation.</li> <li>• Kennen die verschiedenen Hilfsmittel bei Erstellung einer Konstruktion, wie etwa Werkstoffdatenbanken und Simulationen und können diese Anwenden.</li> <li>• Können für eine gegebene Konstruktionsaufgabe verschiedene Werkstoffe auswählen und bewerten</li> <li>• Können einen Werkstoff für ein gegebenes Anforderungsprofil sowie kunststoff- und fertigungsgerechte Konstruktion eines Bauteils auswählen.</li> <li>• Können eine kritische, bewertende Betrachtung von Bauteilen hinsichtlich Werkstoffauswahl und Konstruktion durchführen.</li> <li>• Können Simulationsergebnissen bewerten und daraus sinnvolle Maßnahmen für die Konstruktion ableiten.</li> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen im Bereich der Faserverbundkunststoffe.</li> <li>• Kennen die verschiedenen Halbzeuge und deren verfügbare Konfektionierung.</li> <li>• Kennen und Verstehen die Verarbeitung von faserverstärkten Formmassen.</li> <li>• Kennen die Struktur und die besonderen Merkmalen der unterschiedlichen Ausprägungen und Werkstoffe von Fasern und Matrix und können diese erläutern.</li> <li>• Verstehen die Auslegung, die Verbindungstechnik und die Simulation von faserverstärkten Bauteilen.</li> <li>• Können ein werkstoff- und belastungsgerechten Faserverbundbauteil auslegen und konstruieren.</li> <li>• Können Faserverbundbauteile hinsichtlich Werkstoffauswahl, Gestaltung und Konstruktion beurteilen.</li> <li>• Können Simulationsergebnisse zu Faserverbundbauteilen beurteilen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften, Verarbeitungsverfahren und Konstruktionsweisen von faserverstärkten Kunststoffen</li> <li>• Rechnergestützte Produkt- und Prozessentwicklung in der Kunststofftechnik</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	- Ehrenstein, G.W.: Faserverbund-Kunststoffe, München Wien, 2006 G.W. Ehrenstein: Mit Kunststoffen konstruieren - Eine Einführung; Hanser Verlag München Wien; ISBN 3-446-21295-7

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95150	<b>Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik</b> (Machines and tools for metal forming)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Es werden aufbauend auf die in dem Modul Umformtechnik" behandelten Prozesse begrenzt auf die sog. zweite Fertigungsstufe, d.h. Stückgutfertigung - die dafür erforderlichen Umformmaschinen und Werkzeuge vertieft. Im Bereich der Umformmaschinen bilden arbeitsgebundene, kraftgebundene und weggebundene Pressen wie auch die aktuellen Entwicklungen zu Servopressen den Schwerpunkt. In der Thematik der Werkzeuge werden Aspekte wie Werkzeugauslegung, Werkzeugwerkstoffe und Werkzeugherstellung betrachtet, insbesondere auch Fragen der Lebensdauer, Beanspruchung und Beanspruchbarkeit sowie die Möglichkeiten zur Verschleißminderung und Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit. Dabei werden auch hier neben den Grundlagen auch aktuelle Entwicklungen angesprochen, wie z.B. in Bereichen der Armierung, Werkstoff und Beschichtungssysteme.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden können das erworbene Wissen anwenden, um für die Bandbreite umformtechnischer Prozesse (Blech/Massiv, Kalt/Warm) mit den unterschiedlichsten Anforderungen (Bauteilgröße, Geometriekomplexität, Losgröße, Hubzahl, etc.) für den jeweiligen Fall geeignete Maschinen und Werkzeuge auszuwählen. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden sind in der Lage, die Wirkprinzipien der Maschinen zu beschreiben, zu differenzieren, zu klassifizieren und mit Hilfe von Kenngrößen zu bewerten - Die Studierenden können die getroffene Auswahl an Werkzeugmaschinen und Werkzeugen entsprechend der vermittelten Kriterien begründen bzw. gegenüber Alternativen bewerten und abgrenzen. - Die Studierenden sind in der Lage, Werkzeuggestaltung, Werkzeugwerkstoffauswahl entsprechend den unterschiedlichen Prozessen der Blech- und Massivumformung einzuordnen und zu bewerten</li> </ul> </li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 47650	<b>Medizintechnische Anwendungen der Photonik</b> (Photonics for medical applications)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Medizintechnische Anwendungen der Photonik (2 SWS) Übung: Medizintechnische Anwendungen der Photonik Übung (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß Dr.-Ing. Christian Carlowitz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul behandelt spezialisiert medizintechnische Anwendungen der Photonik.</p> <p>Zunächst wird die Lichtausbreitung in biologischem Gewebe beschrieben und diskutiert. Ein weiterer Abschnitt behandelt die Wechselwirkung zwischen Licht und Gewebe, wobei die einzelnen Wechselwirkungsmechanismen auch an Beispielen der medizintechnischen Praxis vertieft werden. Hier sind stellvertretend zu nennen: Photodynamische Therapie, Photokoagulation, Laser-in-situ-Keratomiectomie (LASIK). Ein weiterer Themenschwerpunkt ist die Diskussion entsprechender diagnostische Verfahren. Hier wird beispielsweise aus spektroskopische Verfahren und auf Diagnoseverfahren die auf Fluoreszenz basieren detailliert eingegangen. Entsprechende Konzepte von Diagnosegeräten wie Endoskope, konfokale Mikroskope, Optische Kohärenztomographie (OCT), faserbasierte Sensoren und Biochipsensoren werden in einem weiteren Abschnitt vertieft. Ein aktueller Forschungsbezug wird im letzten Kapitel, das photonische Systeme in der Ophthalmologie behandelt, hergestellt.</p> <p>Die Lehrveranstaltung des Moduls teilt sich auf in einen Vorlesungsteil sowie einen Übungsteil, in dem die Studierenden durch eigene Beiträge (angeleitete Literaturrecherche, Kurzvorträge und Praxisprojekte) die Inhalte der Vorlesung vertiefen.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen spezialisiertes und vertieftes Wissen der medizintechnische Anwendungen der Photonik, insbesondere der im Inhalt genannten Themengebiete.</li> <li>• können technische und wissenschaftliche Anwendungen der Photonik diskutieren, beurteilen und vergleichen.</li> <li>• sind in der Lage, ihre theoretischen Kenntnisse zur Photonik und Lasertechnik im Bereich der Medizintechnik vergleichend einzusetzen und so neue Verfahren und Konzepte zu entwickeln und auszuarbeiten.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• können eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher und technischer Probleme der Medizintechnik mit photonischen Systemen entwickeln.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>*Voraussetzungen:*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Für Studenten im Master-Studium.</li> <li>• "Photonik 1", oder anderweitig erworbene fundierte Kenntnisse im Bereich Optik, Photonik und Lasertechnik.</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• [1]Prahl, S.A.:Light Transport in Tissue, Dissertation, December 1988</li> <li>• [2]Niemz, M.:Laser-Tissue Interaction, Springer, 2007</li> <li>• [3]Cox, B.T.:Introduction in Laser Tissue Interaction, 2007</li> <li>• [4]Welch, A. (Hrsg):Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue, Springer, 2011</li> <li>• [5]Prasad, P.N.:Introduction to Biophotonics, Wiley, 2003</li> <li>• [6]Tuchin, V.:Handbook of Photonics for Biomedical Science, CRC Press,Wiley, 2010</li> <li>• [7]Dithmar, S. et.al.Flourezenzangiographie in der Augenheilkunde, Springer, 2008</li> <li>• [8]Fercher, A.:Optical coherence tomography - principles and applications, Rep. Prog. Phys. 66 , pp.: 239, 2003</li> <li>• [9]Schröder, G.:Technische Optik, Vogel Buchverlag, 9. Auflage, 2002</li> <li>• [10]Lang, G.:Augenheilkunde, Thieme Verlag, 3. Auflage, 2004</li> <li>• [11]Grehn, F.:Augenheilkunde, Springer Verlag, 3. Auflage, 2007</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97350	<b>Messmethoden der Thermodynamik</b> (Measurement techniques in thermodynamics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS) Übung: Exercise in Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Franz Huber	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Simon Aßmann Dr.-Ing. Franz Huber Kristina Rauh Prof. Dr.-Ing. Stefan Will	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• properties of light; properties of molecules; Boltzmann distribution;</li> <li>• geometric optics; lasers (HeNe, Nd:YAG, dye, frequency conversion); continuous wave and pulsed lasers;</li> <li>• photoelectric effect; photodetectors (photomultiplier, photodiode, CCD, CMOS, image intensifier); digital image processing; image noise and resolution;</li> <li>• shadowgraphy and schlieren techniques;</li> <li>• elastic light scattering (Mie scattering, Rayleigh thermometry, nanoparticle size and shape, droplet sizing);</li> <li>• Raman scattering (species concentration, temperature, diffusion);</li> <li>• incandescence (thermal radiation, pyrometry, particles);</li> <li>• velocimetry (flow fields);</li> <li>• absorption, fluorescence (temperature, species, concentration)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students gain technical and technological skills in the field of optical techniques for the measurement of state and process variables in thermodynamic / energy processes and the investigation of these processes. They</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are familiar with the state of the art and latest developments in optical measurement techniques applied in thermodynamics / energy processes</li> <li>• can assess the applicability of measurement techniques in different environments</li> <li>• can apply different optical measurement techniques in thermodynamic processes and design experiments</li> <li>• can evaluate data gained from optical measurement techniques and assess the quality of data</li> <li>• know interdisciplinary approaches in the fields of optics, thermodynamics, heat and mass transfer and fluid mechanics</li> <li>• are qualified to perform applied and fundamental research and development tasks in industry and at university in the field of optical measurement techniques for thermodynamic / energy processes</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Basics in thermodynamics and fluid mechanics. Students of other subjects (Chemical- and Bioengineering, Mechanical Engineering, Life	

		Science Engineering, Energy Technology, Computational Engineering) can participate.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture Slides</li> <li>• Bräuer, Andreas: In situ Spectroscopic Techniques at High Pressure, Amsterdam 2015</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96841	<b>Multiphysics Systems and Components</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Multiphysikalische Systeme und Komponenten (2 SWS) Vorlesung: Multiphysikalische Systeme und Komponenten (0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Samuel Zeising Angelika Thalmayer Dr. Jens Kirchner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Jens Kirchner	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Themen der Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen zu Differentialgleichungen</li> <li>• Überblick über numerische Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen</li> <li>• Finite-Elemente-Methode (ein- und mehrdimensionale sowie zeitabhängige Probleme)</li> <li>• Simulation und Experiment</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen grundlegende Klassen von Differentialgleichungen und können vorgegebene Differentialgleichungen diesen Klassen zuordnen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen das Konzept gut konditionierter Differentialgleichungsprobleme.</li> <li>• Die Studierenden können unterschiedliche numerische Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen benennen und grundlegende Unterschiede erläutern.</li> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden können für eine vorgegebene Versuchsanordnung ein Simulationsmodell erstellen und analysieren.</li> <li>• Die Studierenden können unterschiedliche numerische Verfahren, die innerhalb der FEM genutzt werden, beispielsweise zur Lösung zeitabhängiger Probleme, erklären und im Simulationsprogramm einsetzen.</li> <li>• Die Studierenden können Ursachen für Diskrepanzen zwischen Simulationsmodell und Versuchsaufbau benennen sowie Methoden zur Identifikation dieser Ursachen angeben.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 42935	<b>Optical diagnostics in energy and process engineering</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS) Übung: Exercise in Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Franz Huber	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Simon Aßmann Dr.-Ing. Franz Huber Kristina Rauh Prof. Dr.-Ing. Stefan Will	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Introduction to conventional and novel optical techniques to measure state and process functions in thermodynamical systems:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Properties of light; properties of molecules; Boltzmann distribution</li> <li>• Geometric optics and optical devices</li> <li>• Lasers (HeNe, Nd:YAG, dye, frequency conversion); continuous wave and pulsed lasers</li> <li>• Photoelectric effect; photodetectors (photomultiplier, photodiode, CCD, CMOS, image intensifier); digital image processing; image noise and resolution</li> <li>• Shadowgraphy and Schlieren techniques (flow and mixing)</li> <li>• Elastic light scattering (Mie scattering, Rayleigh thermometry, nanoparticle size and shape, droplet sizing)</li> <li>• Raman scattering (species concentration, temperature, diffusion)</li> <li>• Incandescence (thermal radiation, temperature fields, pyrometry, particle sizing)</li> <li>• Velocimetry (flow fields, velocity)</li> <li>• Absorption (temperature, pressure, species, concentration)</li> <li>• Fluorescence and phosphorescence (temperature, species, concentration)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students gain technical and technological skills in the field of optical techniques for the measurement of state and process variables in thermodynamic / energy processes and the investigation of these processes. They</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are familiar with the state of the art and latest developments in optical measurement techniques applied in thermodynamics / energy processes</li> <li>• can assess the applicability of measurement techniques in different environments</li> <li>• can apply different optical measurement techniques in thermodynamic processes and design experiments</li> <li>• can evaluate data gained from optical measurement techniques and assess the quality of data</li> <li>• know interdisciplinary approaches in the fields of optics, thermodynamics, heat and mass transfer and fluid mechanics</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>are qualified to perform applied and fundamental research and development tasks in industry and at university in the field of optical measurement techniques for thermodynamic / energy processes</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Basics in thermodynamics and fluid mechanics. Students of other subjects (Chemical- and Bioengineering, Mechanical Engineering, Life Science Engineering, Energy Technology, Computational Engineering) can participate.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lecture Slides</li> <li>Bräuer, Andreas: In situ Spectroscopic Techniques at High Pressure, Amsterdam 2015</li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 45730	<b>Optical Technologies in Life Science</b> (Optical technologies in life science)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Optical Technologies in Life Science (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.habil. Sebastian Schürmann Lucas Kreiß Prof.Dr.Dr. Oliver Friedrich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.habil. Sebastian Schürmann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungen optischer Messmethoden im Bereich der Zellbiologie und Medizin</li> <li>• Mikroskopie: Grundlegende Konzepte und Kontrastverfahren, Auflösungsvermögen und Grenzen, Aufbau und Komponenten von Lichtmikroskopen, Fluoreszenz-Mikroskopie</li> <li>• Anwendungen von Fluoreszenz-Mikroskopie im Life Science Bereich, Verfahren zur Markierung biologischer Strukturen und Vorgänge in Zellen</li> <li>• Epifluoreszenz-, Konfokal-, Multiphotonen-Mikroskopie, Konzepte und Anwendungsbeispiele</li> <li>• Optische Endoskopie und Endomikroskopie in Forschung und Klinik</li> <li>• Super-Resolution Mikroskopie, Konzepte und Anwendungsbeispiele für optische Bildgebung jenseits der beugungsbedingten Auflösungsgrenze</li> </ul> <p>Content</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Application of optical methods in the field of cell biology and medicine</li> <li>• Microscopy: Basic concepts, methods to enhance contrast, optical resolution and limits, components and setup of light microscopes, fluorescence microscopy</li> <li>• Applications of fluorescence microscopy in life sciences, methods for labeling of biological structures and cellular processes</li> <li>• Epi-fluorescence, confocal and multiphoton microscopy, concepts and application examples</li> <li>• Optical endoscopy and endomicroscopy in research and clinics</li> <li>• Super-resolution microscopy, concepts and applications for optical Imaging beyond the diffraction Limit of Resolution</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Lernziele und Kompetenzen</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die grundlegenden Konzepte und technische Umsetzung optischer Technologien im Bereich Life Sciences und kennen typische Anwendungsbeispiele</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• können verschiedene technische Ansätze im Hinblick auf wissenschaftlich Fragestellungen vergleichen und bewerten</li> <li>• können Vor- und Nachteile verschiedener Technologien, sowie konzeptionelle und praktische Limitationen einschätzen und bei der Analyse wissenschaftlicher Ansätze und Ergebnisse berücksichtigen</li> <li>• können selbstständig vertiefende Informationen zu technischen Lösungen, Materialien und Methoden im Bereich der Mikroskopie und Spektroskopie sammeln, strukturieren, und für die zielgerichtete Planung wissenschaftlicher Experimente auswählen</li> <li>• können wissenschaftliche Fragestellungen und technische Ansätze in Kleingruppen kritisch diskutieren und gemeinschaftlich Ansätze zur Beantwortung von Forschungsfragen mit Hilfe optischer Technologien entwickeln</li> </ul> <p>Learning objectives and competences:</p> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the basic concepts and specific technical approaches to optical technologies in life sciences and identify typical applications examples.</li> <li>• can analyze and compare different technical approaches to scientific research questions.</li> <li>• can summarize advantages and disadvantages of different technologies and assess theoretical and practical limitations with regard to experimental approaches and results.</li> <li>• can find, collect and structure in-depth information on technical solutions, materials and methods in the areas of microscopy and spectroscopy, in order to plan scientific experiments.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse im Bereich Optik und Zellbiologie</li> <li>• Basic knowledge in the fields of optics and cell biology is required</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Michael W. Davidson et al: Microscopy Primer, <a href="http://micro.magnet.fsu.edu">http://micro.magnet.fsu.edu</a>, umfassendes Online-Lehrwerk über grundlegende Mikroskopieverfahren und neuesten technischen Entwicklungen</li> <li>• Bruce Alberts: Molecular Biology of the Cell, 4th Edition, New York, Garland Science Publisher. Standardlehrwerk für die Zellbiologie.</li> <li>• Ulrich Kubitschek: Fluorescence Microscopy: from Principles to Biological Applications, Wiley-VCH Verlag.</li> <li>• Douglas Chandler &amp; Robert Roberson: Bioimaging: Current Concepts in Light and Electron Microscopy, Jones and Bartlett Publishers.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47624	<b>Photonics in Medical Technology</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Photonics in Medical Technology (2 SWS) Übung: Photonics in Medical Technology Exercise (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Florian Klämpfl	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Florian Klämpfl
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selected Topics of Optics</li> <li>• Light Sources for medical applications and medical engineering</li> <li>• Optical components and systems for medical engineering</li> <li>• Interaction mechanisms of laser and biological tissue</li> <li>• Photonics in Diagnostics</li> <li>• Photonics in Therapeutics</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The students can explain optical topics being in particular important for medical engineering</li> <li>• The students can explain the fundamentals, design and function of light and laser sources being important for medical applications</li> <li>• The students comprehend the design and function of optical components, systems and devices being important for medical engineering</li> <li>• The students know the fundamentals of the light tissue-interaction process.</li> <li>• The students will be familiar with selected applications of photonics in medical engineering and healthcare</li> <li>• The students can analyze problems in the field of photonics in healthcare</li> <li>• The students will become familiar with international (English) professional terminology.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	The course targets senior Bachelor and Master students who are interested in gaining knowledge about photonics in healthcare. We strongly suggest profound knowledge in fundamentals of optics.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20192 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 46900	<b>Technologie der Verbundwerkstoffe</b> (Technologie der Verbundwerkstoffe)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul Technologie der Verbundwerkstoffe stellt die einzelnen Komponenten (Faser und Matrix), die Auslegung, Verarbeitungstechnologie, Simulation und Prüfung mit Fokus auf Faserverbundkunststoffe vor. Im Einzelnen werden dabei folgende Inhalte vertieft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Verstärkungsasern</li> <li>• Matrix</li> <li>• Fasern und Matrix im Verbund</li> <li>• Verarbeitung (Duroplaste und Thermoplaste)</li> <li>• Auslegung (klassische Laminattheorie)</li> <li>• Gestaltung und Verbindungstechnik</li> <li>• Simulation</li> <li>• Mechanische Prüfung und Inspektion</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen im Bereich der Faserverbundkunststoffe.</li> <li>• Kennen die verschiedenen Halbzeuge und deren verfügbare Konfektionierung.</li> <li>• Kennen und Verstehen die Verarbeitung von faserverstärkten Formmassen.</li> <li>• Kennen die Struktur und die besonderen Merkmalen der unterschiedlichen Ausprägungen und Werkstoffe von Fasern und Matrix und können diese erläutern.</li> <li>• Verstehen die Auslegung, die Verbindungstechnik und die Simulation von faserverstärkten Bauteilen.</li> <li>• Können ein werkstoff- und belastungsgerechten Faserverbundbauteil auslegen und konstruieren.</li> <li>• Können Faserverbundbauteile hinsichtlich Werkstoffauswahl, Gestaltung und Konstruktion beurteilen.</li> <li>• Können Simulationsergebnisse zu Faserverbundbauteilen beurteilen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	abgeschlossene GOP	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ehrenstein, G.W.:Faserverbund-Kunststoffe, München Wien, 2006</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 861589	<b>Umformverfahren und Prozesstechnologien</b> (Machines and tools for metal forming)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Umformverfahren und Prozesstechnologien (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Michael Lechner Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein	
5	<b>Inhalt</b>	Es werden aufbauend auf die im Modul "Umformtechnik" behandelten Grundlagen verschiedene Umformverfahren und Prozesstechnologien vertieft. Im Vordergrund stehen Fragestellungen zur Verarbeitung moderner Leichtbaumaterialien, wie hochfeste Stahl-, Aluminium- und Titanwerkstoffe, aber auch Prozesstechnologien wie Tailored Blanks oder Presshärten. Darüber hinaus werden verschiedene Aspekte der numerischen Prozessauslegung sowie aktuelle Trends aus Forschung und Entwicklung, wie beispielsweise Rapid Manufacturing, angesprochen.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Wissen</p> <p>Die Studierenden erwerben Wissen über Grundlagen verschiedener Umformverfahren und Prozesstechnologien.</p> <p>Anwenden</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, das erworbene Wissen anzuwenden um unter Berücksichtigung anforderungsspezifischer Randbedingungen ein geeignetes Umformverfahren auszuwählen und entsprechende Prozesstechnologien einzusetzen.</p> <p>Evaluieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage den Einsatz verschiedener Umformverfahren und Technologien zu begründen und deren Potential zu bewerten.</li> <li>Die Studierenden können zudem die jeweiligen Prozesse beschreiben und relevante Kenngrößen einordnen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	



14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47560	<b>Werkstoffe der Elektronik in der Medizin</b> (Materials for Electronics in Medicine)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Werkstoffe der Elektronik in der Medizin (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Albrecht Winnacker PD Dr.Ing. Miroslaw Batentschuk	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.Ing. Miroslaw Batentschuk	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Meilensteine in der Medizin.</p> <p>Funktionsweise von diversen Systemen zur Diagnostik und daraus folgende Anforderungen an Werkstoffe für Detektoren.</p> <p>Herstellung und Optimierung von Werkstoffen für Detektoren in bildgebenden Systemen (Röntgen- und Ultraschall-Diagnostik).</p> <p>Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Halbleitern und Isolatoren (praxisorientierte Aspekte).</p> <p>Laser in der Medizin: Funktionsweise und Materialien.</p> <p>Elektroden und Beschichtung von Herzklappen.</p> <p>Bestrahlung mit Schwerionen in der Krebsmedizin, Materialien und Methoden.</p> <p>Leuchten im medizinischen Arbeitsbereich: Anforderungen, Materialien, neueste Entwicklungen.</p> <p>Organische und anorganische Leuchtstoffe für Nano-Biomarker.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse zur Herstellung und Optimierung von Werkstoffen für Detektoren in diversen Diagnostik-Systemen.</li> <li>• verstehen Grundlagen von Technologieschritten bei der Herstellung von Detektoren.</li> <li>• erkennen prinzipielle Probleme und Grenzen bei der Entwicklung von neuen Materialien für die Medizin.</li> <li>• sind in der Lage Forschungsarbeiten zur Entwicklung von neuen Werkstoffen für die Medizin zu planen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

# M1 Medical specialisation modules (HMDA)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 22800	<b>Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner</b> (Anatomy and physiology for non-medical students)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker, Naturwissenschaftler und Ingenieure (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Christian Alzheimer apl.Prof.Dr. Clemens Forster Prof. Dr. Alexey Ponomarenko Prof. Dr. Peter Soba PD Dr. Tobias Huth	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl.Prof.Dr. Clemens Forster	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissensvermittlung zu Grundlagen der Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie</li> <li>• Wissensvermittlung von wichtigen medizinischen Fachbegriffen</li> <li>• Wissensvermittlung von relevanten und häufigen Krankheitsbildern</li> <li>• Wissensvermittlung von relevanten Methoden beim biologischen und technischen Sehen</li> <li>• Diskussion von Methoden und Theorieansätzen, um relevante medizinische Fragestellungen erkennen zu können</li> <li>• Kritische Betrachtung von den wichtigsten bildgebenden Verfahren in wichtigen Krankheitsbildern</li> <li>• Darstellung der Organisationsstrukturen von diagnostischen Prozessen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die wichtigsten und häufigsten medizinische Fachbegriffe</li> <li>• sind vertraut mit den Grundlagen der Anatomie und der Physiologie</li> <li>• kennen wichtige Krankheitsbilder</li> <li>• verstehen und erklären medizinische Fragestellungen in der Diagnostik und Therapie anhand von Beispielen</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefung Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich (60 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47664	<b>Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers (4 SWS)	-
3	Lehrende	Benedikt Kleinsasser Prof.Dr.med. Friedrich Paulsen	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl.Prof.Dr. Michael Eichhorn	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biological Systems</li> <li>• Trunk System</li> <li>• Nervous System</li> <li>• Respiration</li> <li>• Circulation</li> <li>• Heart</li> <li>• Digestion</li> <li>• Neuroscience</li> <li>• Functional cardiology</li> <li>• Advanced endoscopy</li> <li>• Advanced neuroimaging</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe relevant structures of the human anatomy and basic physiological processes</li> <li>• understand features of biological systems when applying optical technologies to them</li> <li>• describe exemplarily applications of optical technologies in medicine</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Gerard J. Tortora, Bryan Derrickson: Principles of Anatomy and Physiology:	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 232733	<b>Introduction to medical physics in radiation therapy</b> (Introduction to medical physics in radiation therapy)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Introduction to medical physics in radiation therapy (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	
5	<b>Inhalt</b>	This module forms the foundation of two additional modules on medical physics in radiation oncology in the summer term. The introductory lecture starts with the basics of the physics of interaction of ionizing radiation with matter and resulting effects in radiation biology including aspects of radiation safety. The focus lies in the workflow of a radiation oncology treatment which is used as a guideline to cover: imaging (CT, MR, PET), treatment planning (medical and physics treatment planning), dosimetric verification of treatment plans, positioning of the patient prior each treatment session using imaging devices, and the treatment itself with a medical linear accelerator.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know the fundamental interactions of ionizing radiation with matter and the radiobiological basis of radiation therapy</li> <li>• Understand the main workflow of radiation therapy, i.e. can describe and explain individual workflow steps such as imaging, treatment planning, treatment delivery</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Oncology Physics, , IAEA, Vienna (2005)  W. Schlegel, C.P. Karger und O. Jäkel: Medizinische Physik: Grundlagen Bildgebung Therapie Technik; ISBN 978-3-662-54800-4	



Peter Metcalfe, Tomas Krone, Peter Hoban: The Physics of Radiotherapy X-Rays from Linear Accelerators, Medical Physics Publishing, 1997

Hanno Krieger: Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes, Springer 2012

Hanno Krieger: Strahlungsquellen für Technik und Medizin, Springer 2013

Hanno Krieger: Strahlungsmessung und Dosimetrie, Springer 2013

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Diagnostic Radiology Physics, IAEA, Vienna (2014)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 845913	<b>Introduction to simulation, network and data analysis in cancer and oncotherapy</b> (Introduction to simulation, network and data analysis in cancer and oncotherapy)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Julio Vera González	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In Cancer Systems Biology quantitative biomedical data from experimental models and patients are investigated using advanced data analysis and computational modelling and simulation of molecular and cell-to-cell interaction networks. The aim is to detect processes deregulated in cancer for understanding their role in cancer progression and development, support cancer drug discovery and personalized treatments.</p> <p>In this lectures series we introduce the basics of bioinformatics and computational modelling in Cancer Systems Biology, and its integration with data and network analysis. The lectures have practical sessions on computer modelling and simulation of cancer.</p> <p>Topics included are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foundations of Cancer Biology</li> <li>• Basics of Cancer Bioinformatics and Systems Biology</li> <li>• High throughput data analysis, integration, and mining in cancer</li> <li>• Computational model calibration, simulation and analysis</li> <li>• ODE models of cancer networks</li> <li>• Boolean models of cancer networks</li> <li>• Multi-level modelling in cancer</li> <li>• Tumor growth models</li> <li>• Pharmacokinetics and pharmacodynamics models in cancer</li> <li>• Tumor epitopes detection and analysis</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Learn computational workflows for bioinformatics and computational modelling applied to cancer</li> <li>• Derive, calibrate, and analyze computational models</li> <li>• Learn methods for making model-based inferences in cancer networks</li> <li>• Derive, calibrate, and simulate computational models for cancer networks, tumor growth models and pharmacokinetics/ pharmacodynamics models</li> <li>• Understand the potential of computational modelling of cancer networks in anticancer therapy discovery</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 165919	<b>Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology</b> (Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Julio Vera González	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Systems Biology is a novel approach, in which quantitative biomedical data are investigated using advanced computational tools for data analysis, modeling and simulation. The ultimate aim is to elucidate the structure and regulation of biochemical networks, giving support in the construction of hypotheses and the design of experiments to biomedical researchers, but also in the interpretation of high throughput patient biomedical data.</p> <p>The targeted audience are master students, PhD students and young post-docs in the area of Medical Engineering, Bioinformatics, Computational Biology and Bioengineering.</p> <p>Course Sections:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the Systems Biology approach</li> <li>2. Biological and biomedical highthroughput data processing and analysis</li> <li>3. Biochemical network reconstruction and analysis</li> <li>4. Mathematical modeling and simulation of biochemical systems</li> </ol>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• After finishing this module, students can explain and analyse the basic concepts and tools for data analysis, network reconstruction and modeling used in systems biology.</li> <li>• They are be able to apply these concepts in the context of real case studies from biomedicine.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47697	<b>Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie I (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Julio Vera González	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Julio Vera González	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In this subject the students will be introduced to new approaches in medical systems biology. Medical systems biology aims to simulate, to analyse and to discuss biomedical mathematical models. This is a multidisciplinary approach to understand biomedical systems. The following skills are expected from a student that has accomplished this subject.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Literature research and discussion as well as performing a critical view of a topic.</li> <li>• The ability to summarize and simplify broad biological information into a theoretical framework.</li> <li>• To create and to simulate a mathematical model.</li> <li>• To discuss the results from an in silico exercise and conclude biological insights from the model.</li> </ul> <p>We evaluate these skills applying the principles of learning-by-doing.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students are faced to a real problem in biomedicine that they should solve and discuss in a report. The following learning goals should be satisfied to perform this exercise.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Learning the basic concepts of molecular biology.</li> <li>• Understanding the principles of systems biology and mathematical modeling.</li> <li>• Applying the concepts of molecular biology to a specific biomedical problem to propose a theoretical framework.</li> <li>• Analyse a real problem in biomedicine and propose a workflow to solve it.</li> <li>• Evaluate the literature to enrich the biomedical knowledge of the theoretical framework.</li> <li>• Create a mathematical model out of the theoretical framework to solve a biomedical problem</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47688	<b>Lab class on medical physics in radiation therapy</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Lab class on medical physics in radiation therapy (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	
5	<b>Inhalt</b>	The lab class consists of 5 lab sessions using the medical devices of the Department of Radiation Oncology of the University Clinic (Strahlenklinik, Universitätsklinikum Erlangen). The devices (medical linear accelerator, imaging such as CT or MRT, quality assurance equipment, ) are used for patient treatment each day. In the lab (typically starting late afternoon due to the patient treatments) the devices will be used to perform typical workflows and/or quality assurance procedures. Each lab session is performed in a group of 2-3 students.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students</p> <p>operate medical devices such as linear accelerators or CTs to acquire data as part of quality assurance routines or of phantoms</p> <p>analyse the measured data by applying the knowledge they gained by preparing for the lab and/or the lecture of MEDPHYS-I</p> <p>report their findings in a structured lab report</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	This module is based on module Introduction to medical physics in radiation therapy (MEDPHYS-I) and can only be attended after successful attendance of MEDPHYS-I	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Hoisak et al. Surface Guided Radiation Therapy, CRC Press	



AAPM Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators (2009)

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy: An international Code of Practice for Dosimetry Based Standards of Absorbed Dose to Water, Technical Reports Series No. 398, IAEA, Vienna (2000)

Schlegel, Karger, Jäkel: Medizinische Physi, Springer 2018

1	<b>Modulbezeichnung</b> 355271	<b>Medical Physics in Nuclear Medicine</b> (Medical physics in nuclear medicine)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Medical Physics in Nuclear Medicine (SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Philipp Ritt	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Philipp Ritt
5	<b>Inhalt</b>	<p>With this module, participating students should increase and consolidate their knowledge and understanding of medical physics in the field of Nuclear Medicine.</p> <p>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).</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>They acquire differentiating criteria and quality metrics for image data and use them for assessing reconstruction- and correction methods of PET and SPECT.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>The students translate theory, principle, and rationale of quality assurance of imaging devices to practice and explain the underlying effects.</p>

		With help of rules and standards, the students understand principles and core of radiation protection and apply these to the field of Nuclear Medicine.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Competences:</p> <p>The students acquire professional and methodical competences in the following aspects:</p> <p>They are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand and apply the physical principles of nuclear medicine</li> <li>• differentiate the multiple approaches of spatially resolved photon detection and apply them to 3-D emission tomography (PET, SPECT)</li> <li>• explain and differentiate multiple reconstruction methods such as e.g. back-projection and iterative reconstruction</li> <li>• distinguish the most important image-influencing effects (partial volume, attenuation, scattering) and outline according correction methods</li> <li>• characterize multimodal imaging devices (e.g. SPECT/CT, PET/CT), name and assess their pros and cons</li> <li>• describe and differentiate the most important clinical and pre-clinical applications of emission tomography</li> <li>• deduce and apply methods for image based dosimetry in Nuclear Medicine therapies</li> <li>• name appropriate quality control procedures of imaging devices and characterize/differentiate the underlying effects</li> <li>• report the legal and methodical principles of radiation protection and apply them to the field of Nuclear Medicine</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch



1	<b>Modulbezeichnung</b> 94385	<b>Medizinische Biotechnologie (Vertiefung)</b> (Focus Module: Medical Biotechnology)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vertiefung Medizinische Biotechnologie (3 SWS) Übung: Übung Vertiefung Medizinische Biotechnologie (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dominik Schneidereit Michael Haug Dr. Martin Vielreicher PD Dr. Daniel Gilbert Prof.Dr.Dr. Oliver Friedrich PD Dr.habil. Sebastian Schürmann Prof. Dr. Bärbel Kappes Katja Steinbach Daniela Dunst	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.Dr. Oliver Friedrich	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Vertiefung wissenschaftlicher Methoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelluläre Ionenkanäle (patch clamp, voltage clamp)</li> <li>• Molekulare dynamische Proteinwechselwirkung (molekulare Motoren)</li> <li>• Multiphotonenmikroskopie</li> <li>• Bildverarbeitung, Informationsextraktion, Cell Signalling</li> <li>• Methoden zur Beurteilung von Muskelperformance</li> <li>• Zelluläre Mechanismen von Malaria</li> <li>• Hochdruckbiologie erregbarer Zellen</li> <li>• Prothetik des Bewegungsapparates</li> <li>• Methoden des intraoperativen Monitorings, z. B. Herz-OPs</li> <li>• Entwicklung von Alternativmethoden zu Tierversuchen für industrielle Anwendungen</li> <li>• Blick hinter die Kulisse eines Papers wie ein Paper entsteht (Studiendesign)</li> <li>• Gentechnisch hergestellte Hochleistungs-Materialien für die Medizin</li> </ul> <p>Focus on scientific procedures, techniques and technologies:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cellular ion channels (patch clamp, voltage clamp)</li> <li>- molecular, dynamic protein interactions (molecular motors, motility assays)</li> <li>- muscle performance diagnostics, biomechanical/biomechatronics procedures</li> <li>- cellular fluorescence microscopy, multiphoton microscopy, image processing of cellular image data, information extraction, cell signalling</li> <li>- methods to estimate muscle performance and training</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- cellular mechanisms of malaria and malaria biotechnology</li> <li>- high pressure bioscience and biology of excitable cells, high pressure biotechnology</li> <li>- prosthetics of the musculo-skeletal apparatus <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methods of intraoperative monitoring and telemetry</li> <li>• Development of alternatives for animal experiments for industrial applications</li> </ul> </li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefen Techniken und Methoden zur Erforschung zellulärer Abläufe</li> <li>• verfügen über vertiefende Fach- und Methodenkompetenzen aus dem Gebiet der medizinischen Biotechnologie</li> <li>• sind mit aktuellen Forschungsrichtungen der Zellbiologie und molekularen Technik vertraut</li> <li>• können Informationen aus mikroskopischen Bilddaten extrahieren</li> <li>• verfügen über medizinisches Hintergrundwissen zu ausgewählten Krankheitsbildern</li> <li>• können die einzelnen Schritte von Studienplanung bis zur Veröffentlichung einer Fragestellung nachvollziehen</li> <li>• erlernen softskills zur Studiendesign, -Daten und Ergebnisextraktion aus einer wissenschaftlichen Publikation und Präsentation im Plenum (auf Englisch)</li> </ul> <p>Students will learn to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analyse specific questions within the topics and to apply the appropriate technologies to answer scientific problems by dissecting sub-solutions and develop process-oriented strategies</li> <li>• extract evidence-based information and contexts from scientific publications related to a focussed problem within the topics, to transfer the concepts to more general questions in the field and to assess advantages and limitations of techniques</li> <li>• develop strategies for the conception of new and combined processes within the discussed topics</li> <li>• acquire and apply soft skills (UE); to independently extract information from specialised scientific papers and to prepare the contents in a short-presentation in front of the course group</li> <li>• evaluate and assess experimental results in scientific publications and to critically question conclusions drawn from experiments</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MBT Kernfach</li> <li>• Kenntnisse zu Molekularbiologie, Gentechnik und Molekulare Medizin</li> </ul>

		Prerequisites:  Bachelor study course in Medical Technologies, Biomedical Engineering, or similar
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 70 h Eigenstudium: 80 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Literatur wird im Skript jeweils als urls oder Papers markiert.  See papers referenced in the skripts.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47674	<b>Movement Neuroscience: Connections between Brain and Muscles in Humans</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Movement Neuroscience: Connections between the Brain and Muscles in Humans (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering</p> <p>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.</p> <p>Module: Electrophysiology</p> <p>Generation of an action potential, difference between intracellular and extracellular action potential, sparsity of the action potential in a matrix of electrodes.</p> <p>Module: Generation of EMG signals and analysis</p> <p>Recording electrophysiological data in humans; examples of EMG and EEG recordings.</p> <p>Module: Oscillations in neuronal networks</p> <p>Coherence analysis; Common synaptic input to populations of neurons; Noise in the nervous system; Associations between EEG and EMG signals; Startle responses</p> <p>Module: Simulation of muscle forces from the firing of individual motoneurons</p> <p>Motor unit model, HodgkinHuxley model, Muscle Properties</p> <p>Module: EMG signals in Neural Pathologies</p> <p>Parkinsons and Spinal Cord Injury, Motor unit analysis in neurodegenerative and neurotraumatic diseases.</p> <p>Module: MATLAB / Python practical coursework</p> <p>Extraction of neural information from electrophysiological signals; associations of information between electrophysiological signals and behavioural data; Experiment in humans.</p>	



6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	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 Parkinsons disease).
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	No compulsory prerequisites. <b>Recommended:</b> Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Oral examination
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%) Oral examination 100%
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	- Tutorial: Analysis of motor unit discharge characteristics from high-density surface EMG signals, Del Vecchio et al. <a href="https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426">https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426</a>  -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

-Ibanez et al. 2021 J Neurosci [https://doi.org/10.1523/  
JNEUROSCI.2908-20.2021](https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2908-20.2021)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47689	<b>Special topics of medical physics in radiation therapy</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Special topics of medical physics in radiation therapy (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The lecture within the module focuses on special subjects of medical physics in radiation oncology.</p> <p>Among them are management of organ motion (focusing on respiratory motion) in imaging and treatment, brachytherapy, i.e. treatment based on sealed radioactive materials that are inserted into/close to the target volume, and ion beam therapy, i.e. the treatment using protons or carbon ions which required a dedicated infrastructure w.r.t. treatment delivery but also treatment planning.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students can explain the main challenges related to organ motion in planning and delivery of radiation therapy can explain and sketch the main technical and medical physics workflow of an ion beam therapy transfer the knowledge gained of organ motion in photon therapy to ion beam therapy report the workflow and the medical physics principles of brachytherapy.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	This module is based on module Introduction to medical physics in radiation therapy (MEDPHYS-I) and can only be attended after successful attendance of MEDPHYS-I	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Schlegel, Karger, Jäkel: Medizinische Physi, Springer 2018  Strnad, Pötter, Kovacs: Practical Handbook of Brachytherapy, Uni-Med Verlag 2014	

Linz: Ion Beam Therapy, Springer 2012

Ott, Issels, Wessalowski: Hyperthermia in Oncology - Principles and Therapeutic Outlook, Uni-Med 2010

# M2 Engineering Core Modules (HMDA)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 352989	<b>Algorithms of Numerical Linear Algebra</b> (Algorithms of numerical linear algebra)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Exercises in Algorithms of Numerical Linear Algebra (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Algorithms of Numerical Linear Algebra (4 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Benjamin Mann Prof. Dr. Ulrich Rüde	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ulrich Rüde
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vectors</li> <li>• Matrices</li> <li>• Vector Spaces</li> <li>• Matrix Factorizations</li> <li>• Orthogonalisation</li> <li>• Singular Value Decomposition</li> <li>• Eigenvalues</li> <li>• Krylov Space Methods</li> <li>• Arnoldi Method</li> <li>• Lanczos Method</li> <li>• Multigrid</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students apply solid theoretical knowledge for the foundations of modern solution techniques in Computational Engineering.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementary Numerical Mathematics</li> <li>• Engineering Mathematics or Equivalent,</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Trefethen, Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM 1997

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43821	<b>Computer Graphics</b> (Computer graphics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Computer Graphics Basic Tutorials (1 SWS) Vorlesung: Computer Graphics (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Jonas Müller Prof. Dr. Marc Stamminger	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Marc Stamminger	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Graphik Pipeline</li> <li>• Clipping</li> <li>• 3D Transformationen</li> <li>• Hierarchische Display Strukturen</li> <li>• Perspektive und Projektionen</li> <li>• Sichtbarkeitsbetrachtungen</li> <li>• Rastergraphik und Scankonvertierung</li> <li>• Farbmodelle</li> <li>• Lokale und globale Beleuchtungsmodelle</li> <li>• Schattierungsverfahren</li> <li>• Ray Tracing und Radiosity</li> <li>• Schatten und Texturen</li> </ul> <p>Contents:</p> <p>This lecture covers the following aspects of Computer Graphics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• graphics pipeline</li> <li>• clipping</li> <li>• 3D transformations</li> <li>• hierarchical display structures</li> <li>• perspective transformations and projections</li> <li>• visibility determination</li> <li>• raster graphics and scan conversion</li> <li>• color models</li> <li>• local and global illumination models</li> <li>• shading models</li> <li>• ray tracing and radiosity</li> <li>• shadows and textures</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder</li> <li>• erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone</li> <li>• beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen</li> </ul>	

		<p>die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Visibilitätsberechnung</li> <li>• vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik</li> <li>• illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen</li> <li>• erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline</li> <li>• lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen</li> <li>• klassifizieren Schattierungsverfahren</li> <li>• bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiosity</li> </ul> <p>*Educational objectives and skills:*</p> <p>Students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe the processing steps in the graphics pipeline</li> <li>• explain clipping algorithms for lines and polygons</li> <li>• explain, characterize and compute affine and perspective transformations in 2D and 3D, and provide an intuitive description of the general form of corresponding transformation matrices in homogeneous coordinates</li> <li>• depict techniques to compute depth, occlusion and visibility</li> <li>• compare the different color models</li> <li>• describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes</li> <li>• explain the algorithms for rasterization and scan conversion</li> <li>• solve problems with shading and texturing of 3D virtual models</li> <li>• classify different shadowing techniques</li> <li>• explain the difference between local and global illumination techniques and formulate algorithms for ray tracing and radiosity</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester



13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002</li> <li>• Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGL. Pearson</li> <li>• Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice</li> <li>• Rauber: Algorithmen der Computergraphik</li> <li>• Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik</li> <li>• Encarnaçã, Strasser, Klein: Computer Graphics</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47677	<b>Data Science Survival Skills</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Data Science Survival Skills (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Kist	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Kist	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Data Scientists need a comprehensive toolbox for their work. This consists for example of data acquisition, data cleaning, data processing and data visualization. In this course, we highlight good practices and approaches, and provide intensive hands-on experience.</p> <p>In particular, this course covers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Data handling and storage</li> <li>Lossy and lossless data compression</li> <li>Data acquisition and API usage</li> <li>Data visualization in scientific figures and movies</li> <li>Data analysis platforms</li> <li>Multithreading and multiprocessing</li> <li>Code vectorization and just-in-time compilation</li> <li>Code profiling</li> <li>Prototyping Graphical User Interfaces</li> <li>Workflow optimization techniques</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>will be able to create own code for working with data</li> <li>can carry out research projects in data science</li> <li>can apply code optimization strategies</li> <li>can design own graphical user interfaces for convenient interaction with data</li> <li>can produce high-quality data visualization as needed for scientific publications</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	It is recommended to have prior knowledge of the programming language Python (e.g. through GSProg or SciProgPy) and first exposure to data.	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Edward Tufte: The Visual Display of Quantitative Information  Cole Nussbaum Knaflitz: Storytelling with data  Wes McKinney: Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython  Gabriele Lanaro: Python High Performance  Micha Gorelick, Ian Ozsvald: High Performance Python  Alan D Moore: Mastering GUI Programming with Python

1	<b>Modulbezeichnung</b> 901895	<b>Deep Learning</b> (Deep learning)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Deep Learning (2 SWS) Übung: Deep Learning Exercises (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Leonhard Rist Zijin Yang	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Felix Denzinger Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Fabian Wagner	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>This lecture introduces the core elements of neural networks and deep learning, it comprises:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (multilayer) perceptron, backpropagation, fully connected neural networks</li> <li>• loss functions and optimization strategies</li> <li>• convolutional neural networks (CNNs)</li> <li>• activation functions</li> <li>• regularization strategies</li> <li>• common practices for training and evaluating neural networks</li> <li>• visualization of networks and results</li> <li>• common architectures, such as LeNet, Alexnet, VGG, GoogleNet</li> <li>• recurrent neural networks (RNN, TBPTT, LSTM, GRU)</li> <li>• deep reinforcement learning</li> <li>• unsupervised learning (autoencoder, RBM, DBM, VAE)</li> <li>• generative adversarial networks (GANs)</li> <li>• weakly supervised learning</li> <li>• applications of deep learning (segmentation, object detection, speech recognition, ...)</li> </ul> <p>The accompanying exercises will provide a deeper understanding of the workings and architecture of neural networks.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the different neural network components,</li> <li>• compare and analyze methods for optimization and regularization of neural networks,</li> <li>• compare and analyze different CNN architectures,</li> <li>• explain deep learning techniques for unsupervised / semi-supervised and weakly supervised learning,</li> <li>• explain deep reinforcement learning,</li> <li>• explain different deep learning applications,</li> <li>• implement the presented methods in Python,</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• autonomously design deep learning techniques and prototypically implement them,</li> <li>• effectively investigate raw data, intermediate results and results of Deep Learning techniques on a computer,</li> <li>• autonomously supplement the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature,</li> <li>• discuss the social impact of applications of deep learning applications.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning. MIT Press, 2016.</li> <li>• Christopher Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag, Heidelberg, 2006</li> <li>• Yann LeCun, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton: Deep learning. Nature 521, 436444 (28 May 2015)</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93500	<b>Digitale Signalverarbeitung</b> (Digital signal processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Digitale Signalverarbeitung (1 SWS) Vorlesung: Digitale Signalverarbeitung (3 SWS) Tutorium: Tutorium zu Digitale Signalverarbeitung (1 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Heinrich Löllmann Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>The last section is dedicated to investigating effects of finite wordlength as they are unavoidable in any realization of digital signal processing systems.</p> <p>A corresponding lab course on DSP will be offered in the winter term.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme durch Ermittlung der beschreibenden Funktionen und Parameter</li> <li>• wenden grundlegende Verfahren zum Entwurf zeitdiskreter Systeme an und evaluieren deren Leistungsfähigkeit</li> <li>• verstehen die Unterschiede verschiedener Methoden zur Spektralanalyse und können damit vorgegebene Signale analysieren</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Beschreibungsmethoden von Multiraten-Systemen und wenden diese zur Beschreibung von Filterbänken an</li> <li>• kennen elementare Methoden zur Analyse von Effekten endlicher Wortlängen und wenden diese auf zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme an</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analyze discrete-time linear time-invariant systems by determining the describing function and parameters</li> <li>• apply fundamental approaches for the design of discrete-time systems and evaluate their performance</li> <li>• understand the differences between various methods for spectral analysis and apply them to the analysis of given signals</li> <li>• understand methods to represent multirate systems and apply them for the representation of filter banks</li> <li>• know basic methods for the analysis of finite word length effects and apply them to discrete-time linear time-invariant systems.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>*Empfohlene Literatur/ Recommended Reading:*</p> <p>*1.* J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.</p> <p>*2.* A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.</p> <p>*3.* K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93510	<b>Digitale Übertragung</b> (Digital communications)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digitalen Übertragung - Übungen (1 SWS) Vorlesung: Digitale Übertragung (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Lukas Brand Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Laura Cottatellucci Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	<b>Inhalt</b>	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.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren und klassifizieren digitale Modulationsverfahren hinsichtlich ihrer Leistungs- und Bandbreiteneffizienz sowie ihres Spitzenwertfaktors,</li> <li>• ermitteln notwendige Kriterien für impulsinterferenzfreie Übertragung,</li> <li>• charakterisieren digitale Modulationsverfahren im Signalraum,</li> <li>• ermitteln informationsverlustfreie Demodulationsverfahren,</li> <li>• entwerfen optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren,</li> <li>• vergleichen verschiedene Entzerrungsverfahren hinsichtlich deren Leistungsfähigkeit und Komplexität,</li> <li>• entwerfen einfache digitale Übertragungssysteme mit vorgeschriebenen Leistungs- und Bandbreiteneffizienzen sowie Spitzenwertfaktoren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182



		M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 575129	<b>Functional Analysis for Engineers</b> (Functional Analysis for Engineers)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Recitation of Functional Analysis for Engineers (2 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Functional Analysis for Engineers (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Souryadeep Saha Riccarda Scherner-Grießhammer Prof. Dr. Christoph Pflaum	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Christoph Pflaum	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vector spaces, norms, principal axis theorem</li> <li>• Banach spaces, Hilbert spaces</li> <li>• Sobolev spaces</li> <li>• theory of elliptic differential equations</li> <li>• Fourier transformation</li> <li>• distributions</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students can apply advanced methods in linear algebra and basic concepts of functional analysis.</p> <p>Furthermore, students execute applications in solving partial differential equations.</p> <p>Students can explain abstract mathematical structures.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrbuch: Dobrowolski, Angewandte Funktionalanalysis, Springer 2006.</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 796399	<b>Geometric Modeling</b> (Geometric modeling)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorials to Geometric Modeling (1 SWS) Vorlesung: Geometric Modeling (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Roberto Grosso	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Roberto Grosso Prof. Dr. Marc Stamminger
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul beschäftigt sich mit Methoden zur Modellierung dreidimensionaler Oberflächen. Typische Einsatzgebiete sind der rechnerunterstützte Entwurf (CAD, z.B. im Automobil- oder Flugzeugbau), die Rekonstruktion von Flächen aus Sensordaten oder die Konstruktion glatter Interpolationsflächen. Behandelt werden u.a. folgende Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polynomkurven</li> <li>• Bezierkurven, rationale Bezierkurven</li> <li>• B-Splines</li> <li>• Tensorproduktflächen</li> <li>• Bezier-Dreiecksflächen</li> <li>• polygonale Flächen</li> <li>• Subdivision-Verfahren</li> </ul> <p>This module is concerned with different aspects of modelling three-dimensional curves and surfaces. Typical areas of application are computer-aided design (CAD), reconstruction of surfaces from sensor data (reverse engineering) and construction of smooth interpolants.</p> <p>The lecture covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• polynomial curves</li> <li>• Bézier curves, rational Bézier curves</li> <li>• B-splines</li> <li>• tensor product surfaces</li> <li>• triangular Bézier surfaces</li> <li>• polyhedral surfaces</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Begriffe Polynomial-, Bezierkurven und B-Splines</li> <li>• klassifizieren und veranschaulichen die unterschiedlichen Auswertung- und Subdivision-Verfahren für Bezier-Kurven und B-Splines</li> <li>• veranschaulichen und ermitteln die Eigenschaften von Bezierkurven, rationalen Bezierkurven und B-Splines</li> <li>• beschreiben Tensorproduktflächen und skizzieren Auswertungsalgorithmen</li> <li>• erklären polygonale Flächen und Subdivision-Verfahren und veranschaulichen ihre Unterschiede und Eigenschaften</li> <li>• lernen gängige Datenstrukturen zur Darstellung polygonaler Flächen kennen</li> <li>• wenden die Verfahren der Geometrischen Modellierung an unterschiedlichen Beispiele an</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• berechnen Bezierkurven und B-Splines</li> <li>• führen Subdivision-Verfahren aus</li> </ul> <p>*Educational objectives and skills:*</p> <p>Students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the meaning of the terms Polynomial and Bezier curves and B-Splines</li> <li>• classify and illustrate the different evaluation and subdivision methods for Bezier curves and B-Splines</li> <li>• describe and establish the properties of Bezier curves, rational Bezier curves and B-Splines</li> <li>• describe tensor product surfaces and illustrated evaluation algorithms</li> <li>• explain polygonal surfaces and subdivision algorithms and depict their properties and differences</li> <li>• get used with common data structures to represent polygonal surfaces</li> <li>• apply geometric modeling algorithms to representative examples</li> <li>• compute Bezier curves and B-Splines</li> <li>• implement subdivision algorithms</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	elektronische Prüfung mit MultipleChoice
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	elektronische Prüfung mit MultipleChoice (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoschek, Lasser: Grundlagen der Geometrischen Datenverarbeitung</li> <li>• Farin: Kurven und Flächen im Computer Aided Geometric Design</li> <li>• de Boor: A Practical Guide to Splines</li> <li>• Bartels, Beatty, Barsky: Splines for Use in Computer Graphics and Geometric Modeling</li> <li>• Abramowski, Müller: Geometrisches Modellieren</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 275245	<b>Heterogene Rechnerarchitekturen Online</b> (Heterogeneous computing architectures online)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Heterogene Rechnerarchitekturen Online (0 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
5	<b>Inhalt</b>	<p>Whereas heterogeneous architectures and parallel computing has filled an academic niche</p> <p>in the past it has become now a commodity technique with the rising of multi-core processors and programmable graphic cards. Even FPGAs play a role hereby in a certain extent due to their increasing importance as accelerator hardware what is clearly observable in the scientific community. However, on one side parallel hardware like multi-core and GPUs are now available nearly for everybody and not only for a selected selection of people, who have access to a parallel supercomputer. On the other side the knowledge about programming of this commodity hardware, and we mean here in particular hardware-orientated programming in order to squeeze out all offered GFlops and TFlops of such hardware, is still missing as well as the knowledge about the architecture details.</p> <p>To overcome this lack we offer this course HETRON.</p> <p>The e-learning course HETRON for the exploitation of parallel and heterogeneous computer architectures) focuses on two main topics which are closely related to each other. This concerns on one side the benefits of using different kinds of multi-core processors and parallel architectures built-up on base of these multicore processors. These architectures differ among each other in the number and in the complexity of its single processing nodes. We distinguish between systems consisting</p>

		<p>of a large number of simpler, so called fine-grained, processor cores vs. systems consisting of a smaller number of more complex, so called coarse-grained, processor cores.</p> <p>On the other side we lay our focus on that we want to do with these different heterogeneous parallel architectures, namely the execution of parallel programs. Of course</p> <p>this requires the use of parallel programming languages and environments, like CUDA</p> <p>or OpenMP. However, besides these questions of using the right syntax and the right</p> <p>compiler switches to optimize a parallel program it is a pre-requisite to understand how</p> <p>parallel computing really works. This refers (i) to the comprehension which basic mechanisms of parallel computing exist, (ii) where are the limits of getting more performance</p> <p>with parallel computing and (iii) in what context stand these mechanisms to heterogeneous architectures. In other words it handles the question which architecture is the</p> <p>best one for a certain parallelization technique. To teach these three topics, is one main</p> <p>goal we pursuit with the course HETRON, and of course, this more fundamental basics</p> <p>of heterogeneous and parallel computing have to be proven by means of concrete application examples to deepen the acquired knowledge about heterogeneous architectures</p> <p>and parallel computing principles.</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Die Studierenden ...</p> <p>...verstehen die Notwendigkeit sowie grundlegende Anwendungsfälle für heterogene Rechnerarchitekturen.</p> <p>...können den grundlegenden Aufbau und das Zusammenspiel der Komponenten heterogener Rechnerarchitekturen erklären.</p> <p>...erläutern grundsätzliche Parallelisierungsprinzipien wie Amdahls Law, High-Performance- und High-Througput-Computing sowie Parallelisierungsstrategien.</p>

		<p>...können einfache Programme mit Hilfe der vermittelten Parallelisierungsprinzipien (Amdahls Law, High-Performance- und High-Throughput-Computing) analysieren und entsprechende Parallelisierungsstrategien entwickeln.</p> <p>...erklären den Aufbau sowie Stärken und Schwächen von verschiedenen Architekturen wie CPUs, GPUs, Many-Core Prozessoren und FPGAs.</p> <p>...implementieren ausgewählte Anwendungsbeispiele (SHA256 Algorithmus, Ising-Modell und Fast-Fourier-Transformation) auf oben genannte Architekturen.</p> <p>...erforschen und bewerten verschiedener Parallelsierungstechniken in Abhängigkeit der Anwendung und der Architektur.</p> <p>...erläutern die Grundlagen des Grid- und Cloud-Computings</p> <p>...sind in der Lage parallele Berechnungen (SHA256) im Grid umzusetzen.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92358	<b>Inertial Sensor Fusion</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Inertial Sensor Fusion (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Simon Bachhuber	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Topics include, but are not limited to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic principles of gyroscopes, accelerometers and magnetometers</li> <li>• Error characteristics of MEMS-based inertial measurement units</li> <li>• Application: Gait phase detection by foot-worn inertial sensors</li> <li>• Quaternions and other representations of 3D rotations</li> <li>• Orientation estimation from inertial measurement data</li> <li>• Application: Position tracking/retrieval of an unmanned aerial vehicle</li> <li>• Joint angle estimation from inertial measurement data</li> <li>• Application: Real-time motion tracking of a robotic actuator</li> <li>• Kalman filtering methods for linear and nonlinear systems</li> <li>• Probabilistic sensor fusion and Bayesian state estimation</li> <li>• Identification of kinematic parameters from inertial measurement data</li> <li>• Application: Human body motion tracking by wearable inertial sensors</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students are able to employ inertial sensor technologies and sensor fusion methods for applications in research and industry.</li> <li>• 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.</li> <li>• They are able to track the orientation and position of an unmanned aerial vehicle.</li> <li>• They are able to track the motion of multi-link kinematic chains, e.g. robotic actuators or human limbs, in three dimensional space.</li> </ul>	



7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Participants should be familiar with fundamentals of linear algebra. It is advantageous but not required to have some prior knowledge on linear dynamic systems or basic probability theory.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Woodman, O.J. An Introduction to Inertial Navigation; University of Cambridge, Computer Laboratory: Cambridge, UK, 2007.</li> <li>• T. Seel, M. Kok, R. McGinnis, "Inertial Sensors Applications and Challenges in a Nutshell", Sensors 2020, 20, 6221.</li> <li>• 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. 7985, Jan. 2014.</li> <li>• 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. 17511759.</li> <li>• 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. 027027, 2020.</li> <li>• 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. 12331238, 2019.</li> <li>• 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.</li> <li>• E. A. Wan and R. Van Der Merwe, "The unscented kalman filter for nonlinear estimation, in Proceedings of the IEEE 2000</li> </ul>

Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium (Cat. No.00EX373), Oct 2000, pp. 153158.

- J. Steinbring and U. D. Hanebeck, "S2kf: The smart sampling kalman filter, in Proceedings of the 16th International Conference on Information Fusion, 2013, pp. 20892096.
- A. Solin, S. Särkkä, J. Kannala, and E. Rahtu, "Terrain navigation in the magnetic landscape: Particle filtering for indoor positioning, 05 2016, pp. 19.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 48410	<b>Information Theory and Coding</b> (Information theory and coding)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Information Theory and Coding (1 SWS) Vorlesung: Information Theory and Coding (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Ali Bereyhi Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
5	<b>Inhalt</b>	<p>1. Introduction: binomial distribution, (7,4)-Hamming code, parity-check matrix, generator matrix</p> <p>2. Probability, entropy, and inference: entropy, conditional probability, Bayes law, likelihood, Jensens inequality</p> <p>3. Inference: inverse probability, statistical inference</p> <p>4. The source coding theorem: information content, typical sequences, Chebychev inequality, law of large numbers</p> <p>5. Symbol codes: unique decidability, expected codeword length, prefix-free codes, Kraft inequality, Huffman coding</p> <p>6. Stream codes: arithmetic coding, Lempel-Ziv coding, Burrows-Wheeler transform</p> <p>7. Dependent random variables: mutual information, data processing lemma</p> <p>8. Communication over a noisy channel: discrete memory-less channel, channel coding theorem, channel capacity</p> <p>9. The noisy-channel coding theorem: jointly-typical sequences, proof of the channel coding theorem, proof of converse, symmetric channels</p> <p>10. Error-correcting codes and real channels: AWGN channel, multivariate Gaussian pdf, capacity of AWGN channel</p> <p>11. Binary codes: minimum distance, perfect codes, why perfect codes are bad, why distance isnt everything</p> <p>12. Message passing: distributed counting, path counting, low-cost path, min-sum (=Viterbi) algorithm</p> <p>13. Exact marginalization in graphs: factor graphs, sum-product algorithm</p> <p>14. Low-density parity-check codes: density evolution, check node degree, regular vs. irregular codes, girth</p>

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, Bayessches Gesetz, Likelihood, Jensensche Ungleichung

3. Inferenz: Inverse Wahrscheinlichkeit, statistische Inferenz

4. Das Quellencodierungstheorem: Informationsgehalt, typische Folgen, Tschebyschevsche Ungleichung, Gesetz der großen Zahlen

5. Symbolcodes: eindeutige Dekodierbarkeit, mittlere Codewortlänge, präfixfreie Codes, Kraftsche Ungleichung, Huffmancodierung

6. Stromcodes: arithmetische Codierung, Lempel-Ziv-Codierung, Burrows-Wheeler-Transformation

7. Abhängige Zufallsvariablen: Transinformation, Datenverarbeitungslemma

8. Kommunikation über gestörte Kanäle: diskreter gedächtnisloser Kanal, Kanalcodierungstheorem, Kanalkapazität

9. Das Kanalcodierungstheorem: verbundtypische Folgen, Beweis des Kanalcodierungstheorems, Beweis des Umkehrsatzes, symmetrische Kanäle

10. Fehlerkorrigierende Codes und reale Kanäle: AWGN-Kanal, mehrdimensionale Gaußsche 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
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students apply Bayesian inference to problems in both communications and everyday's life.</p> <p>The students explain the concept of digital communications by means of source compression and forward-error correction coding.</p> <p>For the design of communication systems, they use the concepts of entropy and channel capacity.</p> <p>They calculate these quantities for memoryless sources and channels.</p> <p>The students proof both the source coding and the channel coding theorem.</p> <p>The students compare various methods of source coding with respect to compression rate and complexity.</p> <p>The students apply source compression methods to measure mutual information.</p> <p>The students factorize multivariate functions, represent them by graphs, and marginalize them with respect to various variables.</p> <p>The students explain the design of error-correcting codes and the role of minimum distance.</p> <p>They decode error-correcting codes by means of maximum-likelihood decoding and message passing.</p> <p>The students apply distributed algorithms to problems in both communications and everyday's life.</p> <p>The students improve the properties of low-density parity-check codes by widening the girth and/or irregularity in the degree distribution.</p> <p>The students transform source images into the frequency domain to improve lossy compression.</p> <p>--</p> <p>Die Studierenden wenden Bayessche Inferenz auf Probleme in der Nachrichtentechnik und im Alltagsleben an.</p> <p>Die Studierenden erklären die konzeptuelle Trennung von digitaler Übertragung in Quellen- und Kanalcodierung.</p>

		<p>Kommunikationssysteme entwerfen sie unter Betrachtung von Entropie und Kanalkapazität.</p> <p>Sie berechnen diese Größen für gedächtnislose Quellen und Kanäle.</p> <p>Die Studierenden beweisen sowohl das Quellen- als auch das Kanalcodierungstheorem.</p> <p>Die Studierenden vergleichen verschiedenartige Quellencodierungsverfahren hinsichtlich Komplexität und Kompressionsrate.</p> <p>Die Studierenden verwenden Quellencodierverfahren zur Messung von Transinformation.</p> <p>Die Studierenden faktorisieren Funktionen mehrerer Veränderlicher, stellen diese als Graph dar und marginalisieren sie bezüglich mehrerer Veränderlicher.</p> <p>Die Studierenden erklären den Entwurf von Kanalcodes und den Einfluss der Minimaldistanz.</p> <p>Sie decodieren Kanalcodes gemäß maximaler Likelihood und Nachrichtenaustausch.</p> <p>Die Studierenden wenden verteilte Algorithmen auf Probleme der Nachrichtentechnik und des Alltagslebens an.</p> <p>Die Studierenden verbessern die Eigenschaften von LDPC-Codes durch Erhöhung des Umfangs und/oder durch irreguläre Knotenordnungsverteilungen.</p> <p>Die Studierenden transformieren Bildquellen zur Verbesserung verlustbehafteter Kompression in den Frequenzbereich.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	MacKay, D.: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96270	<b>Kanalcodierung</b> (Channel coding)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Kanalcodierung (3 SWS)	5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Channel Coding (4 SWS) Übung: Übungen zur Kanalcodierung (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	
5	<b>Inhalt</b>	1) Introduction and Motivation 2) Fundamentals of Block Coding 3) Introduction to Finite Fields I 4) Linear Block Codes 5) Linear Cyclic Codes 6) Introduction to Finite Fields II 7) BCH and RS Codes 8) Convolutional Codes 9) Codes with Iterative Decoding	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Das Modul Kanalcodierung umfasst eine Einführung in die Grundlagen der algebraischen, fehlerkorrigierenden Blockcodes sowie einen Einstieg in die Thematik der Faltungscodes. Iterativ decodierte Codeschemata wie Turbo-Codes und LDPC-Codes werden ebenfalls eingeführt. Im Einzelnen sind die Inhalte oben aufgeführt.</p> <p>Die Studierenden definieren die Problematik der Kanalcodierung, grenzen sie von anderen Codierverfahren (z.B. der Quellencodierung) ab und kennzeichnen die unterschiedlichen Ansätze zur Fehlerkorrektur und -erkennung. Sie nennen Beispiele für Einsatzgebiete von Kanalcodierung und geben einen Überblick über die historische Entwicklung des Fachgebiets.</p> <p>Die Studierenden erstellen Übertragungsszenarien für den Einsatz von Kanalcodierung bestehend aus Sender, Übertragungskanal und Empfänger und beachten dabei die Grundannahmen beim Einsatz von Blockcodes bzw. der Modellierung der Kanäle. Sie formulieren mathematische Beschreibungen der Encodierung sowie der optimalen Decodierung bzw. suboptimaler Varianten.</p> <p>Die Studierenden beherrschen die Grundlagen fehlerkorrigierender linearer Blockcodes, beschreiben diese mathematisch korrekt mittels Vektoren und Matrizen über endlichen Körpern und implementieren und bewerten zugehörige Encoder- und Decoderstrukturen insbesondere Syndromdecoder. Dabei modifizieren sie Generatormatrizen, ermitteln Prüfmatrizen und erstellen Syndromtabellen. Sie schätzen die minimale Hammingdistanz von Codes mittels Schranken ab und können den erzielbaren Codegewinn erläutern. Sie kennen und benutzen beispielhaften Codefamilien (z.B. Hamming-Codes, Simplex-Codes, Reed-Muller-Codes).</p>	



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

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

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

Die Studierenden verstehen die Grundlagen der iterativen Decodierung, insbesondere wenden sie die Grundlagen des Information Combining zur Kombination von verschiedenen Beobachtungen an. Sie verstehen die Bedeutung von Log-Likelihood-Ratios bei iterativen Decodieruvorgängen und berechnen diese. Sie skizzieren die grundlegenden Encoder- und Decoderstrukturen von Turbo-Codes und die Grundzüge der Codierung mit LDPC-Codes u.a. der Decodierung mittels Belief Propagation.

Die Vorlesung erfolgt wechselweise auf Deutsch oder Englisch (Winter/ Sommer). Die zur Verfügung gestellten Unterlagen sind ausschließlich in Englisch gehalten. Die Studierenden verwenden entweder die englischen Fachtermini sicher oder kennen diese und drücken sich sicher mit den entsprechenden deutschen Fachbegriffen aus.

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

\*---\*

Students define the problems of channel coding, how to distinguish it from other coding methods (such as source coding) and how to describe the various different approaches to error correction and detection. They are able to list example application areas of channel coding and give an overview of the historical development of the field.

		<p>Furthermore, they describe and analyze transmission scenarios for the application of channel coding which consist of transmitter, transmission channel and receiver, taking into account the general assumptions for applying block codes or modeling the channels. They formulate mathematical descriptions of encoding, optimal decoding and sub-optimal methods.</p> <p>Students illustrate the principles of error-correcting linear block codes and describe them mathematically using vectors and matrices over finite fields. They implement and analyze corresponding encoder and decoder structures, in particular syndrome decoders, and modify generator matrices, construct test matrices and create syndrome tables. They estimate the minimum Hamming distance of codes using bounds and are able to explain the coding gain that can be achieved in individual cases. They analyze and use example code families (e.g. Hamming codes, simplex codes, Reed-Muller codes).</p> <p>Students explain the advantages of cyclic linear block codes and how to describe them with polynomials over finite fields. They apply polynomial modular arithmetic to implement systematic encoders and realize syndrome decoders using shift register circuits. They know and use exemplary code families.</p> <p>Students use prime fields, extension fields, minimal polynomials and cyclotomic cosets, and spectral representation over finite fields to implement BCH and Reed-Solomon codes using the BCH bound. They understand the foundations of decoding BCH and Reed-Solomon codes and how to sketch and explain the channel coding concepts of CDs and DVDs.</p> <p>Students are able to describe the differences between convolutional codes and block codes, to sketch the respective encoders based on tabulated generator polynomials and to explain them. They are able to explain how optimal decoders (MLSE) work using examples.</p> <p>Students sketch the foundations of iterative decoding. In particular, they apply methods of information combining to combine different observations. They use and calculate log-likelihood ratios in iterative decoding processes, sketch the basic encoding and decoding structures of turbo codes and the basics of coding using LDPC codes (including decoding using belief propagation).</p> <p>Students either are able to use the English technical terms correctly or know them and are able to express themselves using the respective technical terms in German.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Es ist hilfreich, wenn die Studierenden die erlernten Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) umsetzen können.

		It would be very helpful if the participants can implement the specified algorithms into a programming language (C, Matlab, etc.).
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich  Hilfsblatt, Taschenrechner: Sie können ein einzelnes A4-Blatt (Vorder- und Rückseite oder andere Blätter mit offensichtlich identischer Gesamtfläche) verwenden, um Ihre eigene, handschriftliche Formelsammlung aufzuschreiben. Sie können einen nicht programmierbaren Taschenrechner verwenden.  Cheat Sheet, Calculator: A single A4 sheet (front and back, or any other collection of sheets with an obviously identical total area size) can be used to write down your own handwritten collection of formulas, etc. You may also bring a non-programmable calculator.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Huber, R. Fischer, C. Stierstorfer: Folien zur Vorlesung</li> <li>• M. Bossert: Kanalcodierung, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 3. Auflage, 2013</li> <li>• M. Bossert: Channel Coding for Telecommunications, John Wiley &amp; Sons, 1999</li> <li>• B. Friedrichs: Kanalcodierung, Springer Verlag, 1996</li> <li>• S.B. Wicker: Error Control Systems for Digital Communications and Storage, Prentice-Hall, 1995</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 535405	<b>Künstliche Intelligenz I</b> (Artificial intelligence I)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Künstliche Intelligenz I (2 SWS) Vorlesung: Artificial Intelligence I (4 SWS)	- 7,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Florian Rabe Prof. Dr. Michael Kohlhase PD Dr. Florian Rabe Prof. Dr. Michael Kohlhase	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	<b>Inhalt</b>	<p>Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere formale Wissensrepräsentation, Heuristische Suche, Automatisches Planen und Schliessen unter Unsicherheit.</p> <p>---</p> <p>This module covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular symbolic techniques based on search and inference.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen.</li> <li>- Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben).</li> <li>- Analyse: Die Studierenden lernen die über die modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen</li> </ul> <p>*Inhalt*:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agentenmodelle als Grundlage der Künstlichen Intelligenz</li> <li>- Logisches Programmieren in Prolog</li> <li>- Heuristische Suche als Methode zur Problemlösung</li> <li>- Zwei-Agenten-Suche (automatisierung von Brettspielen) mittels heuristischer Suche</li> <li>- Constraint Solving/Propagation</li> <li>- Logische Sprachen für die Wissensrepräsentation</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inferenz and Automatisiertes Theorembeweisen (DPLL-Varianten und PL1)_</li> <li>- Classisches Planen</li> <li>- Planen und Agieren in der wirklichen Welt.</li> <li>---</li> <li>Technical, Learning, and Method Competencies</li> <li>- Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI.</li> <li>- Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks).</li> <li>- Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better.</li> <li>- Social Competences: Students work in small groups to solve an AI game-play challenge/competition (Kalah).</li> <li>Contents: Foundations of symbolic AI, in particular: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agent Models as foundation of AI</li> <li>- Logic Programming in Prolog</li> <li>- Heuristic Search as a method for problem solving</li> <li>- Adversarial Search (automating board games) via heuristic search</li> <li>- Constraint Solving/Propagation</li> <li>- Logical Languages for knowledge representation</li> <li>- Inference and automated theorem proving</li> <li>- Classical Planning</li> <li>- Planning and Acting in the real world.</li> </ul> </li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182

		M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	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.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 532733	<b>Künstliche Intelligenz II</b> (Artificial intelligence II)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Artificial Intelligence II (4 SWS) Übung: Übungen zu Artificial Intelligence II (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Kohlhase PD Dr. Florian Rabe	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	<b>Inhalt</b>	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.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fach- Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen.</li> <li>- Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben).</li> <li>- Analyse: Die Studierenden lernen über die Modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen.</li> </ul> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inferenz unter Unsicherheit</li> <li>• Bayessche Netzwerke</li> <li>• Rationale Entscheidungstheorie (MDPs and POMDPs)</li> <li>• Maschinelles Lernen und Neuronale Netzwerke</li> <li>• Verarbeitung Natürlicher Sprache</li> </ul> <p>---</p> <p>This course covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular reasoning under uncertainty, machine learning and (if there is time) natural language understanding.</p> <p>This course builds on the course Artificial Intelligence I from the preceding winter semester and continues it.</p> <p>Learning Goals and Competencies</p>

		<p>Technical, Learning, and Method Competencies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI.</li> <li>• Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks ).</li> <li>• Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better.</li> <li>• Social Competences: Students work in small groups to solve the and machine learning challenge/competition.</li> </ul> <p>Contents:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inference under Uncertainty</li> <li>• Bayesian Networks</li> <li>• Rational Decision Theory (MDPs and POMDPs)</li> <li>• Machine Learning and Neural Networks</li> <li>• Natural Language Processing</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.</p> <p>Deutsche Ausgabe:</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage).</p>



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.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44050	<b>Optimierung für Ingenieure</b> (Optimisation for engineers)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Optimization for Engineers (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Johannes Hild Dr. Johannes Hild	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Johannes Hild	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Introduction to continuous optimization problems and methods with and without constraints</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classification of problem types</li> <li>• Optimality conditions and termination criterions</li> <li>• Descent directions and line search methods</li> <li>• Convergence analysis</li> </ul> <p><b>Unconstrained optimization</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steepest descent and conjugate gradient</li> <li>• Newton-type methods</li> <li>• Nonlinear Least Squares</li> </ul> <p><b>Constrained optimization</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projection methods</li> <li>• Trust Region</li> <li>• Barrier and penalty methods</li> <li>• Interior point methods</li> </ul> <p><b>Noisy Functions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simplex Gradient</li> <li>• Implicit Filtering</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Competences</b></p> <p><b>Know</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students list requirements, strengths and weaknesses of common optimization methods.</li> <li>• Students recognize crucial components in existence and convergence proofs in the context of minimizing sequences.</li> </ul> <p><b>Understand</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students explain the different components of optimization methods.</li> <li>• Students describe the relationship between requirements and conclusions of existence and convergence theorems in the context of minimizing sequences.</li> </ul>	

		<p><b>Apply</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students check feasibility, well-posedness and constraint qualifications of optimization problems.</li> <li>• Students formulate and solve optimality conditions analytically.</li> <li>• Students apply optimization algorithms to optimization problems.</li> </ul> <p><b>Analyse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students analyse uncommon optimization approaches and extract their requirements, strengths and weaknesses.</li> </ul> <p><b>Evaluate</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students evaluate the class and structure of unsolved optimization problems.</li> <li>• Students choose suitable algorithmic approaches for unsolved optimization problems.</li> </ul> <p><b>Create</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students formulate optimization problems using mathematical methods and structures.</li> <li>• Students modify and combine common optimization routines to create project-specific algorithms for unsolved optimization problems.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Requires contents of the lecture Mathematics for Engineers I, II and III. Especially:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear algebra</li> <li>• Analysis of real valued functions</li> <li>• Differential and integral calculus in multi dimensional spaces</li> </ul> <p>Requires successful participation in the weekly e-learning assessments.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur</p> <p>5 ECTS: Written exam open book online based on the content of the lecture.</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	<p>Klausur (100%)</p> <p>The grade of the module equals the grade of the written exam.</p>
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 45 h</p> <p>Eigenstudium: 105 h</p>

14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Nocedal, Jorge and Wright, Stephen J.: Numerical Optimization. Springer Serie in Operations Research, 2006.</p> <p>Kelley, C. T.: Iterative Methods for Optimization. Frontiers in Applied Mathematics 18, SIAM Philadelphia 1999;</p> <p>Polak, E.: Optimization. Algorithms and Consistent Approximations. Applied Mathematical Sciences, Volume 124, Springer-Verlag New York, 1997.</p> <p>Jarre, F.: Optimierung, Springer 2003;</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43510	<b>Parallele Systeme</b> (Parallel systems)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Parallele Systeme (2 SWS) Übung: Übung zu Parallele Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich PD Dr.Ing. Frank Hannig	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk PD Dr.Ing. Frank Hannig Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Im Einzelnen werden behandelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Theorie der Parallelität (parallele Computermodelle, parallele Spezifikationsformen und -sprachen, Performanzmodelle und -berechnung)</li> <li>2) Klassifikation paralleler und skalierbarer Rechnerarchitekturen (Multiprozessoren und Multicomputer, Vektorrechner, Datenflussmaschinen, VLSI-Rechenfelder)</li> <li>3) Programmierbare System-on-Chip (SoC) und Mehrkern-Architekturen (Grafik-Prozessoren, Cell, etc.)</li> <li>4) Programmierung paralleler Rechner (Sprachen und Modelle, Entwurfsmethoden und Compiler, Optimierung)</li> <li>5) Massive Parallelität: Vom Algorithmus zur Schaltung</li> </ol> <p><i>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</i></p>

		<p><i>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.</i></p> <p><i>In detail, the following topics are covered:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Theory of parallelism (parallel models of computation, parallel specification and parallel languages, performance models)</li> <li>2) Classification of parallel and scalable computer architectures (multi-processors and multi-computers, vector computers, data-flow machines, VLSI processor arrays)</li> <li>3) Programmable System-on-Chip (SoC) and multi-core architectures (graphics processors, Cell, etc.)</li> <li>4) Programming of parallel computers (languages and models, design methods and compiler, optimization)</li> <li>5) Massive parallelism: From algorithm to circuit</li> </ol>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Schwerpunkt der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundlagen der parallelen Datenverarbeitung.</p> <p><i>The focus of this lecture are foundations of parallel data processing.</i></p> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden setzen sich mit modernen eingebetteten parallelen Ein-Chip-Architekturen auseinander. The students get familiar with modern embedded parallel system-on-chip architectures.</li> <li>• Die Studierenden wenden grundlegende Performanzmodelle und Parallelisierungstechniken zur Analyse und Optimierung von parallelen Algorithmen und Architekturen an. The students exercise basic performance models and parallelization</li> </ul>

		<p>techniques for the analysis and optimization of parallel algorithms and architectures.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Parallele Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)“ aus.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Portfolio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>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.</li> </ul>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Weitere Informationen:</p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44120	<b>Pattern Analysis</b> (Pattern analysis)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Pattern Analysis (3 SWS) Übung: Pattern Analysis Programming (1 SWS)	3,75 ECTS 1,25 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Christian Rieß Dalia Rodriguez Salas	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.Ing. Christian Rieß
5	<b>Inhalt</b>	<p>This module introduces the design of pattern analysis systems as well as the corresponding fundamental mathematical methods.</p> <p>The topics comprise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• clustering methods: soft and hard clustering</li> <li>• classification and regression trees and forests</li> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• linear and non-linear manifold learning: curse of dimensionality, various dimensionality reduction methods: principal component analysis (PCA), multidimensional scaling (MDS), isomaps, Laplacian eigenmaps</li> <li>• 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</li> <li>• Markov random fields (MRF): definition, probabilities on undirected graphs, clique potentials, Hammersley-Clifford theorem, inference via Gibbs sampling and graph cuts</li> </ul> <p>Das Modul führt in das Design von Musteranalysesystemen sowie die zugrundeliegenden mathematischen Methoden ein.</p> <p>Die Vorlesung umfasst im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clustering-Methoden: Soft- und Hard-Clustering</li> <li>• Klassifikations- und Regressionsbäume/-wälder</li> <li>• parametrische und nicht-parametrische Dichteschätzung: Verfahren sind ML- und MAP-Schätzung, Histogramme, Parzenschätzung, Zusammenhang gefaltete Histogramme und Parzenschätzung, adaptives Binning mit Regressionsbäumen.</li> <li>• 'Mean Shift'-Algorithmus: lokale Maximierung durch Gradientenaufstieg bei nicht-parametrischen Dichtefunktionen, Anwendungen des 'Mean Shift'-Algorithmus zum Clustering, Farbquantisierung und Objektverfolgung</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear and Non-Linear Manifold Learning: Curse of Dimensionality, Verschiedene Methode zur Dimensionsreduktion: Principal Component Analysis (PCA), Multidimensional Scaling (MDS), Isomap, Laplacian Eigenmaps</li> <li>• Gaußsche Mischverteilungsmodelle (GMM) und Hidden-Markov-Modelle (HMM): 'Expectation Maximization'-Algorithmus, Parameterschätzung, Bestimmung der optimalen Zustandsfolge/Viterbi-Algorithmus, Vorwärts-Rückwärts-Algorithmus, Skalierung</li> <li>• Markov-Zufallsfelder: Definition, Wahrscheinlichkeiten auf ungerichteten Graphen, Cliques-Potenziale, Hammersley-Clifford-Theorem, Inferenz mit Gibbs-Sampling und Graph Cuts</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the discussed methods for classification, prediction, and analysis of patterns,</li> <li>• compare and analyze methods for manifold learning and select a suited method for a given set of features and a given problem,</li> <li>• compare and analyze methods for probability density estimation and select a suited method for a given set of features and a given problem,</li> <li>• apply non-parametric probability density estimation to pattern analysis problems,</li> <li>• apply dimensionality reduction techniques to high-dimensional feature spaces,</li> <li>• explain statistic modeling of feature sets and sequences of features,</li> <li>• explain statistic modeling of statistical dependencies,</li> <li>• implement presented methods in Python,</li> <li>• supplement autonomously the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature,</li> <li>• discuss the social impact of applications of pattern analysis solutions.</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die behandelten Methoden zur Klassifikation, Vorhersage und Analyse von Mustern,</li> <li>• vergleichen und analysieren Methoden des Manifold Learning und wählen für eine vorgegebene Fragestellung eine geeignete Methode aus,</li> <li>• vergleichen und analysieren Methoden zur Dichteschätzung und wählen für eine vorgegebene Fragestellung eine geeignete Methode aus,</li> <li>• wenden nicht-parametrische Dichteschätzung auf Probleme der Musteranalyse an,</li> <li>• wenden Dimensionsreduktion bei hochdimensionalen Merkmalsräumen an,</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern statistische Modellierung von Merkmalsmengen und Merkmalsfolgen,</li> <li>• erklären statistische Modellierung abhängiger Größen,</li> <li>• implementieren vorgestellte Verfahren in Python.</li> <li>• ergänzen eigenständig mathematische Grundlagen der präsentierten Methoden durch selbstbestimmtes Studium der Literatur</li> <li>• diskutieren die gesellschaftlichen Auswirkungen von Anwendungen der Musteranalyse</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Begleitende Literatur / Accompanying literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag, Heidelberg, 2006</li> <li>• T. Hastie, R. Tibshirani und J. Friedman: The Elements of Statistical Learning, 2nd Edition, Springer Verlag, 2009</li> <li>• A. Criminisi and J. Shotton: Decision Forests for Computer Vision and Medical Image Analysis, Springer, 2013</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44130	<b>Pattern Recognition</b> (Pattern recognition)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Pattern Recognition Exercises (1 SWS) Vorlesung: Pattern Recognition (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Siming Bayer Paul Stöwer Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Mathematical foundations of machine learning based on the following classification methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayesian classifier</li> <li>• Logistic Regression</li> <li>• Naive Bayes classifier</li> <li>• Discriminant Analysis</li> <li>• norms and norm dependent linear regression</li> <li>• Rosenblatt's Perceptron</li> <li>• unconstraint and constraint optimization</li> <li>• Support Vector Machines (SVM)</li> <li>• kernel methods</li> <li>• Expectation Maximization (EM) Algorithm and Gaussian Mixture Models (GMMs)</li> <li>• Independent Component Analysis (ICA)</li> <li>• Model Assessment</li> <li>• AdaBoost</li> </ul> <p>Mathematische Grundlagen der maschinellen Klassifikation am Beispiel folgender Klassifikatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayes-Klassifikator</li> <li>• Logistische Regression</li> <li>• Naiver Bayes-Klassifikator</li> <li>• Diskriminanzanalyse</li> <li>• Normen und normabhängige Regression</li> <li>• Rosenblatts Perzeptron</li> <li>• Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen</li> <li>• Support Vector Maschines (SVM)</li> <li>• Kernelmethode</li> <li>• Expectation Maximization (EM)-Algorithmus und Gaußsche Mischverteilungen (GMMs)</li> <li>• Analyse durch unabhängige Komponenten</li> <li>• Modellbewertung</li> <li>• AdaBoost</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster</li> <li>• erläutern die mathematischen Grundlagen ausgewählter maschineller Klassifikatoren</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsproblem an</li> <li>beurteilen unterschiedliche Klassifikatoren in Bezug auf ihre Eignung</li> <li>verstehen in der Programmiersprache Python geschriebene Lösungen von Klassifikationsproblemen und Implementierungen von Klassifikatoren</li> </ul> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>understand the structure of machine learning systems for simple patterns</li> <li>explain the mathematical foundations of selected machine learning techniques</li> <li>apply classification techniques in order to solve given classification tasks</li> <li>evaluate various classifiers with respect to their suitability to solve the given problem</li> <li>understand solutions of classification problems and implementations of classifiers written in the programming language Python</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Well grounded in probability calculus, linear algebra/matrix calculus</li> <li>The attendance of our bachelor course 'Introduction to Pattern Recognition' is not required but certainly helpful.</li> <li>Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Linearer Algebra/Matrizenrechnung</li> <li>Der Besuch der Bachelor-Vorlesung 'Introduction to Pattern Recognition' ist zwar keine Voraussetzung, aber sicherlich von Vorteil.</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2nd edition, John Wiley&amp;Sons, New York, 2001</li> </ul>

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, Springer, New York, 2009</li><li>• Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, New York, 2006</li></ul> |
|--|---|

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43195	<b>Reconfigurable Computing</b> (Reconfigurable computing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Reconfigurable Computing (2 SWS) Übung: Exercises to Reconfigurable Computing (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich Tobias Hahn Mauro Martin Letras Luna Pierre-Louis Sixdenier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Content:</b></p> <p>Reconfigurable (adaptive) computing is a novel yet important research field investigating the capability of hardware to adapt to changing computational requirements such as emerging standards, late design changes, and even to changing processing requirements arising at run-time. Reconfigurable computing thus benefits from a) the programmability of software similar to the Von Neumann computer and b) the speed and efficiency of parallel hardware execution.</p> <p>The purpose of the course reconfigurable computing is to instruct students about the possibilities and rapidly growing interest in adaptive hardware and corresponding design techniques by providing them the necessary knowledge for understanding and designing reconfigurable hardware systems and studying applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration.</p> <p>After a general introduction about benefits and application ranges of reconfigurable (adaptive) computing in contrast to general-purpose and application-specific computing, the following topics will be covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconfigurable computing systems: Introduction of available technology including fine grained look up table (LUT-) based reconfigurable systems such as field programmable gate arrays (FPGA) as well as newest coarse grained architectures and technology.</li> <li>• Design and implementation: Algorithms and steps (design entry, functional simulation, logic synthesis, technology mapping, place and route, bit stream generation) to implement (map) algorithms to FPGAs. The main focus lies on logic synthesis algorithms for FPGAs, in particular LUT technology mapping.</li> <li>• Temporal partitioning: techniques to reconfigure systems over time. Covered are the problems of mapping large circuits which do not fit one single device. Several temporal partitioning techniques are studied and compared.</li> <li>• Temporal placement: Techniques and algorithms to exploit the possibility of partial and dynamic (run-time) hardware</li> </ul>	

		<p>reconfiguration. Here, OS-like services are needed that optimize the allocation and scheduling of modules at run-time.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• On-line communication: Modules dynamically placed at run-time on a given device need to communicate as well as transport data off-chip. State-of-the-art techniques are introduced how modules can communicate data at run-time including bus-oriented as well as network-on-a-chip (NoC) approaches.</li> <li>• Designing reconfigurable applications on Xilinx Virtex FPGAs: In this part, the generation of partial bitstreams for components to be placed at run-time on Xilinx FPGAs is introduced and discussed including newest available tool flows.</li> <li>• Applications: This section presents applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. It covers the use of reconfigurable systems including rapid prototyping, reconfigurable supercomputers, reconfigurable massively parallel computers and studies important application domains such as distributed arithmetic, signal processing, network packet processing, control design, and cryptography.</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Learning objectives and competencies:</b></p> <p>Domain-specific knowledge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students know to exploit run-time reconfigurable design methodologies for adaptive applications.</li> </ul> <p>Domain-specific comprehension</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students understand the mapping steps and optimization algorithms.</li> <li>• The students classify different types and kinds of reconfigurable hardware technologies available today.</li> <li>• The students clarify pros and cons of reconfigurable computing technology.</li> <li>• The students summarize applications benefiting from reconfigurable computing.</li> <li>• The students describe the design of circuits and systems-on-a-chip (SoC) on FPGAs.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Selection of this module prohibits the selection of the modules "Reconfigurable Computing (Lecture with Exercises)" or "Reconfigurable Computing (Lecture with Extended Exercises)" by the student.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten) Oral examination (Duration: 30 min).

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%) The oral examination determines the final grade of the module.
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Further reading material:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The Hamburg VHDL Archive (see Documentation link for free books) <a href="http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/vlsi/vhdl/index.php">http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/vlsi/vhdl/index.php</a></li> <li>• Interactive VHDL Tutorial with 150 examples from ALDEC <a href="http://www.aldec.com/downloads/">http://www.aldec.com/downloads/</a></li> <li>• Easy FPGA tutorials, projects, and boards <a href="http://www.fpga4fun.com">http://www.fpga4fun.com</a></li> <li>• Xilinx WebPack ISE and Modelsim MXE (free FPGA synthesis tool and free VHDL simulator) <a href="http://www.xilinx.com/ise/logic_design_prod/webpack.htm">http://www.xilinx.com/ise/logic_design_prod/webpack.htm</a></li> <li>• Symphony EDA free VHDL simulator (select FREE Edition license) <a href="http://www.symphonyeda.com/products.htm">http://www.symphonyeda.com/products.htm</a></li> <li>• Icarus open-source Verilog simulator <a href="http://www.icarus.com/eda/verilog/">http://www.icarus.com/eda/verilog/</a></li> </ul> <p>Further information:</p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/reconfigurable-computing/">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/reconfigurable-computing/</a></p>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 93185	<b>Reinforcement Learning</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Christopher Mutschler	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The lecture aims at teaching Reinforcement Learning (RL) and will cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Reinforcement Learning (Agent-Environment-Interface, Markov Decision Processes)</li> <li>• Dynamic Programming (Bellman Equations, Value Iteration, Policy Iteration)</li> <li>• Model-Free Prediction</li> <li>• Model-Free Control</li> <li>• Value Function Approximation (Linear VFA and DQNs)</li> <li>• Policy-based Reinforcement Learning (Monte-Carlo Policy Gradient, Advantage Estimators, TRPO, PPO)</li> <li>• Model-based RL</li> <li>• Offline RL</li> <li>• Explainable RL</li> <li>• Exploration-Exploitation</li> <li>• Simulation to Reality Transfer</li> <li>• Research frontiers &amp; hot topics, Sim2Real &amp; Real-World Applications</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students will learn to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the basic principle behind sequential decision making problems and how to translate them into a formal model</li> <li>• compare and analyze methods different agents to search for policies</li> <li>• implement the presented methods in PyTorch,</li> <li>• discuss the social impact of applications that automate decision making</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	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.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. 2018. Reinforcement Learning: An Introduction. A Bradford Book, Cambridge, MA, USA.</li> <li>• Bellman, R.E. 1957. Dynamic Programming. Princeton University Press, Princeton, NJ. Republished 2003: Dover, ISBN 0-486-42809-5.</li> <li>• Csaba Szepesvari and Ronald Brachman and Thomas Dietterich. 2010. Algorithms for Reinforcement Learning. Morgan and Claypool Publishers.</li> <li>• Warren B. Powell. 2011. Approximate Dynamic Programming. Wiley.</li> <li>• 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.</li> <li>• Dimitri P. Bertsekas. 2017. Dynamic Programming and Optimal Control. Athena Scientific.</li> <li>• Miguel Morales. 2020. grokking Deep Reinforcement Learning. Manning.</li> <li>• Laura Graesser and Keng Wah Loon. 2019. Foundations of Deep Reinforcement Learning: Theory and Practice in Python. Addison-Wesley Data &amp; Analytics.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43722	<b>Scientific Visualization</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorials to Scientific Visualization (2 SWS) Vorlesung: Scientific Visualization (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther Xingze Tian	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The amount of data, generated in the pursuit of scientific discovery, keeps rapidly increasing across all major scientific disciplines. How can we make sense of large, time-dependent, high-dimensional and multi-variate data? This lecture provides an introduction into scientific visualization. Throughout the course, we cover the fundamental perception basics needed to convey information accurately. After categorizing different data types based on their dimensionality, we dive deeper into specific techniques for scalar, vector and tensor valued data.</p> <p>The lecture covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• visualization design basics (data abstraction, visual encoding of information),</li> <li>• a review of scalar and vector calculus (differential properties, extremal and critical points),</li> <li>• data structures and data acquisition techniques (grids, interpolation, and differentiation),</li> <li>• indirect volume visualization (marching cubes and contour trees),</li> <li>• direct volume visualization (ray marching and Monte Carlo rendering),</li> <li>• elementary and line-based flow visualization (numerical integration, seeding, rendering),</li> <li>• surface-based flow visualization (integration, selection, rendering),</li> <li>• topology-based flow visualization (topological skeleton, bifurcations, feature flow fields),</li> <li>• feature-based flow visualization (vortices, material boundaries, Lagrangian coherent structures),</li> <li>• advanced methods (tensor visualization, uncertainty, ensembles)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• use perception basics to select appropriate visualization methods</li> <li>• classify data and select appropriate visualization techniques</li> <li>• calculate differential properties of scalar and vector fields</li> <li>• identify features in scalar and vector-valued data</li> <li>• implement numerical extraction algorithms</li> <li>• learn the advantages and disadvantages of common visualization techniques</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96460	<b>Speech and Audio Signal Processing</b> (Speech and audio signal processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zur Sprach- und Audiosignalverarbeitung (1 SWS) Vorlesung: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Mhd Modar Halimeh Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann
5	<b>Inhalt</b>	<p>It concentrates on algorithms for speech and audio signal processing with applications in telecommunications and multimedia, especially</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physiology and models for human speech production and hearing: source-filter model, filterbank model of the cochlea, masking effects,</li> <li>• representation of speech and audio signals: estimation and representation of short-term and long-term statistics in the time and frequency domain as well as the cepstral domain; typical examples and visualizations</li> <li>• source coding for speech and audio signals: criteria, scalar and vector quantization, linear prediction, prediction of the pitch frequency; waveform coding, parametric coding, hybrid coding, codec standards (ITU, GSM, ISO-MPEG)</li> <li>• basic concepts of automatic speech recognition (ASR): feature extraction, dynamic time warping, Hidden Markov Models (HMMs)</li> <li>• basic concepts of speech synthesis: text-to-speech systems, model-based and data-driven synthesis, PSOLA synthesis system</li> <li>• signal enhancement for acquisition and reproduction: noise reduction, acoustic echo cancellation, dereverberation using single-channel and multichannel algorithms.</li> </ul> <p>Es werden Grundlagen und Algorithmen der Verarbeitung von Sprach- und Audiosignalen mit Anwendungen in Telekommunikation und Multimedia behandelt, insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physiologie und Modelle der Spracherzeugung und des Hörens: Quelle-Filter-Modell, Filterbank-Modell der Cochlea; Maskierungseffekte;</li> <li>• Darstellung von Sprach- und Audiosignalen: Schätzung und Darstellung der Kurzzeit- und Langzeitstatistik in Zeit-, Frequenz- und Cepstralbereich; typische Beispiele, Visualisierungen;</li> <li>• Quellencodierung für Sprache und Audiosignale: Kriterien; skalare und vektorielle Codierung; lineare Prädiktion; Pitchprädiktion; Wellenform-/Parameter-/Hybrid-Codierung; Standards (ITU, GSM, ISO-MPEG)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spracherkennung: Merkmalextraktion, Dynamic Time Warping, Hidden Markov Models</li> <li>• Grundprinzipien der Sprachsynthese: Text-to-Speech Systeme, modellbasierte und datenbasierte Synthese, PSOLA-Synthese</li> <li>• Signalverbesserung bei Signalaufnahme und wiedergabe: Geräuschbefreiung, Echokompensation, Enthaltung mittels ein- und mehrkanaliger Verfahren;</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand basic physiological mechanisms of human speech production and hearing and can apply them for the analysis of speech and audio signals</li> <li>• apply basic methods for the estimation and representation of the short-term and long-term statistics of speech and audio signals and can analyze such signals by means of these methods</li> <li>• understand current methods for source coding of speech and audio signals and can analyze current coding standards</li> <li>• verstehen die Grundbausteine von Spracherkennungssystemen und können deren Funktion mittels Rechnersimulation analysieren</li> <li>• understand the basic principle of text-to-speech systems and can apply fundamental methods for speech synthesis</li> <li>• can apply basic algorithms for speech enhancement and understand their functionality for real-world data.</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die grundlegenden physiologischen Mechanismen der Spracherzeugung und des Hörens beim Menschen und können diese zur Analyse von Sprach- und Audiosignalen anwenden</li> <li>• wenden die grundlegenden Methoden zur Schätzung und Darstellung der Kurzzeit- und Langzeitstatistik von Sprach- und Audiosignalen an und können diese damit analysieren</li> <li>• verstehen die aktuellen Methoden zur Quellencodierung von Sprache- und Audiosignalen und können aktuelle Codierstandards analysieren</li> <li>• verstehen die Grundbausteine von Spracherkennungssystemen und können deren Funktion mittels Rechnersimulation analysieren</li> <li>• verstehen die Grundprinzipien von Text-to-Speech Systemen und können elementare Algorithmen zur Sprachsynthese anwenden</li> <li>• können elementare Algorithmen zur Signalverbesserung anwenden und für reale Daten analysieren</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorlesung Signale und Systeme I & II

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Gemäß themenbezogenen Angaben in der Lehrveranstaltung

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96430	<b>Statistical Signal Processing</b> (Statistical signal processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Ergänzungen und Übungen zur statistischen Signalverarbeitung (1 SWS) Vorlesung: Statistische Signalverarbeitung (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Haubner Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The course concentrates on fundamental methods of statistical signal processing and their applications. The main topics are:</p> <p>*Discrete-time stochastic processes in the time and frequency domain*</p> <p>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).</p> <p>*Estimation theory*</p> <p>estimation criteria, prediction, classical and Bayesian parameter estimation (including MMSE, Maximum Likelihood, and Maximum A Posteriori estimation), Cramer-Rao bound</p> <p>*Linear signal models*</p> <p>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)</p> <p>*Signal estimation*</p> <p>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)</p> <p>*Adaptive filtering*</p> <p>Gradient methods, LMS, NLMS, APA and RLS algorithms and their convergence behavior</p>	



		<p>*Zeitdiskrete Zufallsprozesse im Zeit- und Frequenzbereich*</p> <p>Zufallsvariablen (ZVn), Wahrscheinlichkeitsverteilungen und dichten, Erwartungswerte; Transformation von ZVn; Vektoren normalverteilter ZVn; zeitdiskrete Zufallsprozesse (ZPe): Wahrscheinlichkeitsverteilungen und dichten, Erwartungswerte, Stationarität, Zyklstationarität, Ergodizität, Korrelationsfunktionen und -matrizen, Spektraldarstellungen; Principal Component Analysis, Karhunen-Loeve Transformation;</p> <p>*Schätztheorie*</p> <p>Schätzkriterien; Prädiktion; klassische und Bayessche Parameterschätzung (inkl. MMSE, Maximum Likelihood, Maximum A Posteriori); Cramer-Rao-Schranke</p> <p>*Lineare Signalmodelle*</p> <p>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;</p> <p>*Signalschätzung*</p> <p>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);</p> <p>*Adaptive Filterung*</p> <p>Gradientenverfahren; LMS-, NLMS-, APA- und RLS-Algorithmus und Ihr Konvergenzverhalten.</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• know the Gaussian distribution and its role to describe the properties of random variables, vectors and processes</li> <li>• understand the differences between classical and Bayesian estimation, derive and analyze MMSE and ML estimators for specific estimation problems, especially for signal estimation</li> <li>• analyze and evaluate optimum linear MMSE estimators (single- and multichannel Wiener filter and Kalman filter) for direct and inverse supervised estimation problems</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• evaluate adaptive filters for the identification of optimum linear estimators.</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die statistischen Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und stochastischen Prozessen mittels Wahrscheinlichkeitsdichten und Erwartungswerten, bzw. Korrelationsfunktionen, Korrelationsmatrizen und deren Frequenzbereichsdarstellungen</li> <li>• kennen die spezielle Rolle der Gaußverteilung und ihre Auswirkungen auf die Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und Prozessen</li> <li>• verstehen die Unterschiede klassischer und Bayesscher Schätzung, entwerfen und analysieren MMSE- und ML-Schätzer für spezielle Schätzprobleme, insbesondere zur Signalschätzung</li> <li>• analysieren und evaluieren lineare MMSE-optimale Schätzer (ein- und vielkanalige Wiener-Filter und Kalman-Filter) für direkte und inverse überwachte Schätzprobleme;</li> <li>• evaluieren adaptive Filter zur Identifikation optimaler linearer Signalschätzer</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Signale und Systeme I und Signale und Systeme II, Digitale Signalverarbeitung oder gleichwertige
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	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)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 498723	<b>Transformationen in der Signalverarbeitung</b> (Transforms in signal processing)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transformationen in der Signalverarbeitung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Jürgen Seiler	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.Ing. Jürgen Seiler
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul "Transformationen in der Signalverarbeitung" behandelt mehrere verschiedene Transformationen, die im Rahmen der Signalverarbeitung Verwendung finden. Dabei werden zuerst die grundlegenden Konzepte von Transformationen diskutiert und die Vorteile die Transformationen mit sich bringen erläutert. Im Anschluss daran werden die grundlegenden Eigenschaften von Integraltransformationen betrachtet und die Laplace- und die Fourier-Transformation im Detail untersucht. Um auch zeitlich veränderliche Signale gut transformieren zu können werden danach die Kurzzeit-Fourier-Transformation und die Gabor-Transformation eingeführt. Im Anschluss daran erfolgt eine Betrachtung der Auswirkung der Abtastung auf transformierte Signale, bevor die z-Transformation als Transformation für diskrete Signale behandelt wird. Abschließend erfolgt die Betrachtung weiterer Transformationen für diskrete Signale wie der Diskreten Fourier-Transformation oder linearer Block-Transformationen.</p> <p>The module "Transforms in Signal Processing" covers several different transforms which are used in the field of signal processing. For this, first the basic concepts of transforms are discussed and the advantages which are offered by the different transforms are presented. Subsequent to this, fundamental properties of integral transforms are considered and the Laplace- and the Fourier-Transform are examined in detail. To be able to transform time-varying signals, the Short-Time Fourier-Transform and the Gabor-Transform are introduced, afterwards. Subsequent to this, the impact of sampling on transformed signals is analyzed before the z-Transform as a transform for discrete signals is covered. Finally, further transforms for discrete signals like the Discrete Fourier-Transform or Linear-Block Transforms are discussed.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können nach Besuch der Vorlesung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsmöglichkeiten von Transformationen bestimmen</li> <li>• Integraltransformationen gegenüberstellen und untersuchen</li> <li>• die Existenz von Transformationen hinterfragen</li> <li>• die Eindeutigkeit von Transformationen überprüfen</li> <li>• Sätze und Eigenschaften von Transformationen entwickeln</li> <li>• zu Transformationen zugehörige inverse Transformationen einschätzen</li> <li>• die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Transformationen einschätzen</li> <li>• auf Zusammenhänge zwischen Ausgangssignalen und transformierten Signalen folgern</li> <li>• Symmetriebeziehungen von Transformationen ausarbeiten</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhänge zwischen kontinuierlichen und diskreten Signalen ausarbeiten</li> </ul> <p>Educational Objectives and Competences:</p> <p>After attending the lecture, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>determine applications of transforms</li> <li>contrast and examine integral transforms</li> <li>question the existence of transforms</li> <li>evaluate the uniqueness of transforms</li> <li>develop theorems and properties of transforms</li> <li>evaluate to transforms corresponding inverse transforms</li> <li>evaluate the relationships between different transforms</li> <li>asses the relationship between original signal and transformed signals</li> <li>devise the symmetry properties of transforms</li> <li>devise the relationship between continuous and discrete signals</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	K. Krüger, Transformationen - Grundlagen und Anwendungen in der Nachrichtentechnik, Vieweg Verlag, Braunschweig  B. Girod, R. Rabenstein, A. Stenger, Einführung in die Systemtheorie, B. G. Teubner Verlag, Stuttgart

# M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96837	<b>A look inside the human body - gait analysis and simulation</b> (A look inside the human body - gait analysis and simulation)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: A look inside the human body - gait analysis and simulation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Anne Koelewijn	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Measurement systems for gait analysis</li> <li>• Methods to calculate joint kinetics and kinematics from experimental data</li> <li>• Muscle biology, specific to force generation, and modelling of muscles</li> <li>• Methods to calculate muscle activation from experimental data</li> <li>• Energetics of walking</li> <li>• Multibody dynamics</li> <li>• Creating simulations of gait</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Learning objectives:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Be familiar with the existing measurement options for gait analysis</li> <li>• Know state-of-the art techniques to process gait analysis experiments</li> <li>• Select an appropriate processing technique for a specific experiment</li> <li>• Understand how gait could be simulated and where these simulations could be applied</li> <li>• Know the function of the different components of the human body that are involved in locomotion</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Winter, David A. Biomechanics and motor control of human movement. John Wiley &amp; Sons, 2009.</li> <li>• Kelly, Matthew. "An introduction to trajectory optimization: How to do your own direct collocation." SIAM Review 59.4 (2017): 849-904.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96885	<b>Auditory Models</b> (Auditory models)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Auditory Models (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bernd Edler	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Bernd Edler	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main components of the human auditory system</li> <li>• Common models</li> <li>• Mechanical models</li> <li>• Physiological models</li> <li>• Psychoacoustic models</li> <li>• Applications (hearing aids, audio coding, . . . )</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Goals</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students understand the structure and function of the human auditory system</li> <li>• Students gain deeper insight into psychoacoustic phenomena, such as masking, directional and spatial hearing</li> <li>• Students implement and evaluate perceptual models for various applications</li> <li>• Students collaborate with scientists in the fields of audiology and neuroscience</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 23070	<b>Biomedizinische Signalanalyse</b> (Biomedical signal analysis)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Biomedizinische Signalanalyse Übung (2 SWS) Vorlesung: Biomedizinische Signalanalyse (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier Daniel Krauß	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Für weitere Informationen, besuchen Sie bitte unseren zugehörigen StudOn Kurs.</p> <p><b>Content</b></p> <p>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.</p> <p>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 obtained.</p> <p>For more information, please visit our associated StudOn course</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<b>Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Kurses</b>	

## **Fachkompetenz**

### **Wissen**

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

### **Verstehen**

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

### **Anwenden**

- Signalcharakteristiken im Zeit- und Frequenzbereich bestimmen
- Algorithmen der Biosignalverarbeitung anwenden und in Python implementieren
- Filteroperationen zur Eliminierung von Artefakten anwenden und in Python implementieren
- Methoden selbstständig auf interdisziplinäre Fragestellungen der Medizin und der Ingenieurwissenschaften anwenden
- das Ergebnis von typischen Filteroperationen abschätzen

### **Analysieren**

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

### **Evaluieren (Beurteilen)**

- Biosignale mit medizinischen Normalwerten vergleichen und im medizinischen Kontext evaluieren
- Klassifikationsergebnisse beurteilen
- die Bedeutung der Biosignalverarbeitung für die Medizintechnik diskutieren

- Probleme in Gruppen kooperativ und verantwortlich lösen und in der Übungsgruppe bzw. im Forum diskutieren

**After completion of the course, students are able to**

**Knowledge**

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

**Understanding**

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

**Application**

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

**Analyze**

- derive filter characteristics from electric circuits
- compare signal analysis algorithms
- solve classification problems in Python

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• recognize typical artifacts in biosignals and propose solutions for their reduction</li> </ul> <p><b>Evaluation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• compare biosignals with medical norm values and evaluate them in a medical context</li> <li>• evaluate classification results</li> <li>• discuss the importance of biomedical signal analysis for medical engineering</li> <li>• solve and discuss problems in groups cooperatively in the group exercises and the online forum</li> </ul>
7	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b></p>	<p><b>Prerequisites</b></p> <p>The Biosig lectures and exercises do not have formal requirements. However, we expect you to have some knowledge about the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of Physiology and Anatomy (High-school level)</li> <li>•       <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Basic elements of electronic circuits (resistor, capacitor, inductor) and related equations</li> </ul> </li> <li>• Basic math: Integration, Differentiation, Limits</li> <li>•       <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fourier Transform (qualitative understanding)</li> <li>◦ Basic filter types</li> <li>◦ z-plane (qualitative understanding)</li> </ul> </li> </ul> <p>Furthermore, some knowledge in the following topics will be beneficial to easily understand the content of the lecture:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Advanced filter concepts</li> <li>• z-plane math / z-transform / pole-zero plots</li> <li>• Frequency domain math / detailed understanding of Fourier transform and its properties</li> <li>• Laplace transform</li> <li>• Basics of Python (for the exercises)</li> </ul> <p>If you want to refresh your knowledge on all the aforementioned topics, we recommend the following lectures and online resources: Note that</p>

		<p>some of them go beyond the requirements of this lecture for many topics!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signals and Systems I</li> <li>• Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker</li> <li>• Video Series: Introduction to discrete Control (and further videos from this channel, as general introduction to filter and z-plane math)</li> <li>• A visual introduction to Fourier Transform</li> <li>• Udacity Python Course Course materials from the Stanford "Introduction to Scientific Python"</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	elektronische Prüfung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	elektronische Prüfung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R.M. Rangayyan, Biomedical Signal Analysis: A case-study approach. 1st ed., 2002, New York, NY: John Wiley &amp; Sons.</li> <li>• E.N. Bruce, Biomedical Signal Processing and Signal Modeling. 1st ed., 2001, New York, NY: John Wiley &amp; Sons.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93109	<b>Computational Magnetic Resonance Imaging</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Magnetic Resonance Imaging Vorlesung (2 SWS) Übung: Computational Magnetic Resonance Imaging Uebung (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Florian Knoll Jinho Kim	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Florian Knoll	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recap of MR signal and encoding, Fourier imaging</li> <li>• Introduction to the inverse problem of imaging</li> <li>• Partial Fourier imaging</li> <li>• Parallel imaging</li> <li>• Compressed sensing</li> <li>• Machine Learning in MRI</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>After completing this course, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the theory and algorithms of MR data acquisition and image reconstruction</li> <li>• Apply them themselves in real-world MR imaging tasks</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Z.P. Liang. Constrained Reconstruction Methods in MR Imaging.	

[http://mri.beckman.illinois.edu/resources/liang\\_1992\\_constrained\\_imaging\\_review.pdf](http://mri.beckman.illinois.edu/resources/liang_1992_constrained_imaging_review.pdf)

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

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

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44200	<b>Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Numerische Neurotechnologie - Übung (2 SWS) Vorlesung: Numerische Neurotechnologie - Vorlesung (2 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Tobias Reichenbach	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Tobias Reichenbach	
5	<b>Inhalt</b>	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.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Can understand the principles of the analysis of neural signals</li> <li>• Can apply information theory for the description of neural activity</li> <li>• Can perform simulations of the dynamics of single neurons as well as of neural networks</li> <li>• Can evaluate different approaches to construct Brain-Machine-Interfaces (BCIs)</li> <li>• Can explain concepts for the design of neural prosthesis</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	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.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44145	<b>Computer Architectures for Medical Applications</b> (Computer architectures for medical applications)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Computer Architectures for Medical Applications (0 SWS) Vorlesung: Computer Architectures for Medical Applications (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Simon Pfenning Prof. Dr. Gerhard Wellein Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	
5	<b>Inhalt</b>	Basiskomponenten eines Rechners <ul style="list-style-type: none"> <li>•             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ RISC-/CISC-Prozessoren</li> <li>◦ Speicherarchitektur und -hierarchie (Caches, Arbeitsspeicher, Hintergrundspeicher)</li> <li>◦ Parallele Programmierung</li> <li>◦ Leistungsmodellierung von Multicore- und Parallelerechnern</li> <li>◦ Umsetzung eines CT-Algorithmus auf GPUs und Multi-Core-Rechnern</li> </ul> </li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Fachkompetenz  Wissen  Studierende können Wissen abrufen und wiedergeben. Sie kennen konkrete Einzelheiten wie Begriffe, Definitionen, Fakten, und Abläufe in einem Prozessor darlegen.  Verstehen  Studierende können Beispiele für Rechnerarchitekturen anführen, sie sind in der Lage, Schaubilder von Prozessoren zu interpretieren und die Abläufe in eigenen Worten zu beschreiben.  Anwenden  Studierende können beim Erstellen eigener Programme durch Transfer des Wissens über Interna von Prozessorarchitekturen Optimierungen hinsichtlich des Laufzeitverhaltens vornehmen.  Analysieren  Studierende können zwischen verschiedenen Varianten von Lösungen einer Prozessorarchitektur klassifizieren, die Gründe für durchgeführte Entwurfsentscheidungen erschließen, Unterscheide gegenüberstellen und gegeneinander bewerten.  Lern- bzw. Methodenkompetenz	

		Studierende erwerben die Fähigkeit selbstständig Programme zur Durchführung einer Beispiel CT-Analyse auf Parallelprozessoren zu erstellen.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44150	<b>Diagnostic Medical Image Processing</b> (Diagnostic medical image processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Medical Image Processing for Diagnostic Applications (VHB-Kurs) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Manuela Meier Arpitha Ravi Celia Martín Vicario Luis Rivera Monroy	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	<b>Inhalt</b>	<p>English version:</p> <p>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.</p> <p>Deutsche Version:</p> <p>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.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>English Version:</p> <p>The participants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the challenges in interdisciplinary work between engineers and medical practitioners.</li> <li>• develop understanding of algorithms and math for diagnostic medical image processing.</li> <li>• learn that creative adaptation of known algorithms to new problems is key for their future career.</li> <li>• develop the ability to adapt algorithms to different problems.</li> <li>• are able to explain algorithms and concepts of the module to other engineers.</li> </ul> <p>Deutsche Version:</p> <p>Die Teilnehmenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Herausforderungen in der interdisziplinären Arbeit zwischen Ingenieuren und Ärzten.</li> <li>• entwickeln Verständnis für Algorithmen und Mathematik der diagnostischen medizinischen Bildverarbeitung.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erfahren, dass kreative Adaption von bekannten Algorithmen auf neue Probleme der Schlüssel für ihre berufliche Zukunft ist.</li> <li>• entwickeln die Fähigkeit Algorithmen auf verschiedene Probleme anzupassen.</li> <li>• sind in der Lage, Algorithmen und Konzepte des Moduls anderen Studierenden der Technischen Fakultät zu erklären.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Ingenieurmathematik  Engineering Mathematics
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich/mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich/mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96310	<b>Image and Video Compression</b> (Image and video compression)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Image and Video Compression (1 SWS)	-
3	Lehrende	Andy Regensky	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Multi-Dimensional Sampling*</p> <p>Sampling theorem revisited, 2D sampling, spatiotemporal sampling, motion in 3D sampling</p> <p>*Entropy and Lossless Coding*</p> <p>Entropy and information, variable length codes, Huffman coding, unary coding, Golomb coding, arithmetic coding</p> <p>*Statistical Dependency*</p> <p>Joint entropy and statistical dependency, run-length coding, fax compression standards</p> <p>*Quantization*</p> <p>Rate distortion theory, scalar quantization, Lloyd-Max quantization, entropy coded scalar quantization, embedded quantization, adaptive quantization, vector quantization</p> <p>*Predictive Coding*</p> <p>Lossless predictive coding, optimum 2D linear prediction, JPEG-LS lossless compression standard, differential pulse code modulation (DPCM)</p> <p>*Transform Coding*</p> <p>Principle of transform coding, orthonormal transforms, Karhunen-Loève transform, discrete cosine transform, bit allocation, compression artifacts</p> <p>*Subband Coding*</p> <p>Principle of subband coding, perfect reconstruction property, discrete wavelet transform, bit allocation for subband coding</p> <p>*Visual Perception and Color*</p> <p>Anatomy of the human eye, sensitivity of the human eye, color spaces, color sampling formats</p> <p>*Image Coding Standards*</p>

		<p>JPEG and JPEG2000</p> <p>*Interframe Coding*</p> <p>Interframe prediction, motion compensated prediction, motion estimation, motion compensated hybrid coding</p> <p>*Video Coding Standards*</p> <p>H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2 / H.262, H.264 / MPEG-4 AVC, H.265 / MPEG-H HEVC</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• veranschaulichen die mehrdimensionale Abtastung und den Einfluss darauf durch Bewegung im Videosignal</li> <li>• unterscheiden und bewerten verschiedene Verfahren zur verlustfreien Codierung von Bild- und Videodaten</li> <li>• verstehen und analysieren Verbundentropie und statistische Abhängigkeiten in Bild- und Videodaten</li> <li>• berechnen skalare und vektorielle Quantisierer nach unterschiedlichen Optimierungsvorgaben (minimaler mittlerer quadratischer Fehler, entropiecodiert, eingebetteter Quantisierer)</li> <li>• bestimmen und evaluieren optimale ein- und zwei-dimensionale lineare Prädiktoren</li> <li>• wenden Prädiktion und Quantisierung sinnvoll in einem gemeinsamen DPCM-System an</li> <li>• verstehen das Prinzip und die Effekte von Transformations- und Teilbandcodierung für Bilddaten einschließlich optimaler Bitzuteilungen</li> <li>• beschreiben die Grundzüge der menschlichen visuellen Wahrnehmung für Helligkeit und Farbe</li> <li>• analysieren Blockschaltbilder und Wirkungsweisen hybrider Coder und Decoder für Videosignale</li> <li>• kennen die maßgeblichen internationalen Standards aus ITU und MPEG zur Bild- und Videokompression.</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• visualize multi-dimensional sampling and the influence of motion within the video signal</li> <li>• differentiate and evaluate different methods for lossless image and video coding</li> <li>• understand and analyze mutual entropy and statistical dependencies in image and video data</li> <li>• determine scalar and vector quantization for different optimization criteria (minimum mean square error, entropy coding, embedded quantization)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• determine and evaluate optimal one-dimensional and two-dimensional linear predictor</li> <li>• apply prediction and quantization for a common DPCM system</li> <li>• understand the principle and effects of transform and subband coding for image data including optimal bit allocation</li> <li>• describe the principles of the human visual system for brightness and color</li> <li>• analyze block diagrams and the functioning of hybrid coders and decoders for video signals</li> <li>• know the prevailing international standards of ITU and MPEG for image and video compression.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Modul Signale und Systeme II" und das Modul Nachrichtentechnische Systeme"
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	J.-R. Ohm, "Multimedia Communications Technology", Berlin: Springer-Verlag, 2004



1	<b>Modulbezeichnung</b> 44156	<b>Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio
5	<b>Inhalt</b>	<p>Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering</p> <p>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.</p> <p>Module: Electrophysiology Generation of an action potential; HodgkinHuxley 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.</p> <p>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.</p> <p>Module: Applications to Neurophysiology Neuronal encoding of behaviour; motor unit physiology in humans; motoneuron properties, longitudinal assessment of neuronal function.</p> <p>Module: MATLAB / Python practical coursework Extraction of neural information from electrophysiological signals; associations of information between electrophysiological signals and behavioural data; Experiment in humans.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	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 Parkinsons 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.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	No compulsory prerequisites. Recommended: Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich Oral examination
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%) Oral examination 100%
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD</li> <li>Motor unit from Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087</li> <li>Surface Electromyography, Physiology, Engineering, and Applications Edited by Roberto Merletti and Dario Farina</li> <li>Neural Engineering, Edited by Bin He</li> <li>Tutorial: Analysis of motor unit discharge characteristics from high-density surface EMG signals, Del Vecchio et al.</li> </ul> <p><a href="https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426">https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Restoring sensorimotor function through intracortical interfaces: progress and looming challenges, Bensmaia and Miller <a href="https://www.nature.com/articles/nrn3724">https://www.nature.com/articles/nrn3724</a></li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44140	<b>Interventional Medical Image Processing</b> (Interventional medical image processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Medical Image Processing for Interventional Applications (VHB-Kurs) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Manuela Meier Arpitha Ravi Celia Martín Vicario Luis Rivera Monroy	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	<b>Inhalt</b>	<p>English Version:</p> <p>This module focuses on recent developments in image processing driven by medical applications.</p> <p>All algorithms are motivated by practical problems.</p> <p>The mathematical tools required to solve the considered image processing tasks will be introduced.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Furthermore, the module covers geometric calibration algorithms for single view calibration, epipolar geometry, and factorization.</p> <p>The last part of the module covers non-rigid registration based on variational methods and motion-compensated image reconstruction.</p> <p>Deutsche Version:</p> <p>Das Modul ist auf die jüngsten Entwicklungen in der Verarbeitung von medizinischen Bildern ausgerichtet.</p> <p>Alle Algorithmen werden durch praktische Probleme motiviert.</p> <p>Die mathematischen Werkzeuge, die für die Bildverarbeitungsaufgaben benötigt werden, werden eingeführt.</p> <p>Das Modul beginnt mit einem Überblick über Vorverarbeitungsalgorithmen, wie zum Beispiel Streustrahlkorrektur für</p>

		<p>Röntgenbilder, Kantenerkennung, Superresolution und kantenerhaltende Rauschunterdrückung.</p> <p>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.</p> <p>Darüber hinaus deckt die Vorlesung auch geometrische Kalibrierungsalgorithmen zur Einzelansicht-Kalibrierung, Epipolargeometrie und Faktorisierung ab.</p> <p>Der letzte Teil des Moduls deckt nicht-starre Registrierung auf der Grundlage von Variationsmethoden und bewegungskompensierter Bildrekonstruktion ab.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>English Version:</p> <p>The participants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• summarize the contents of the lecture.</li> <li>• apply pre-processing algorithms such as scatter correction and edge-preserving filtering.</li> <li>• extract information from images automatically by image analysis methods such as key point detectors and segmentation algorithms.</li> <li>• calibrate projection geometries for single images and image sequences using the described methods.</li> <li>• develop non-rigid registration methods using variational calculus and different regularizers.</li> <li>• adopt algorithms to new domains by appropriate modifications.</li> </ul> <p>Deutsche Version:</p> <p>Die Teilnehmenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fassen die Inhalte der Vorlesung zusammen.</li> <li>• wenden Vorverarbeitungsalgorithmen wie Streustrahlkorrektur und kantenerhaltende Filterung an.</li> <li>• extrahieren automatisch Informationen aus Bildern, indem sie Bildanalyseverfahren wie Punktdetektoren und Segmentierungsalgorithmen verwenden.</li> <li>• kalibrieren Projektionsgeometrien für Einzelbilder und Bildsequenzen mit den beschriebenen Methoden.</li> <li>• entwickeln nicht-starre Registrierungsmethoden mit Hilfe von Variationsrechnung und unterschiedlichen Regularisierern.</li> <li>• wenden Algorithmen auf neue Modalitäten durch entsprechende Änderungen im Algorithmus an.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich/mündlich (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich/mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 122337	<b>Magnetic Resonance Imaging</b> (Magnetic resonance imaging)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Magnetic Resonance Imaging 1 - Übung (2 SWS) Vorlesung: Magnetic Resonance Imaging 1 (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun Prof. Dr. Armin Michael Nagel Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun	
5	<b>Inhalt</b>	In this module, the physical and technical basics of MRI are taught in detail. The principles of data acquisition are explained and various examples are shown. Imperfections in the data acquisition lead to image artifacts that cannot be avoided in all cases. Strategies for detecting and avoiding image artifacts are explained. One of the great strengths of MRI in medical diagnostics is the ability to acquire images with different contrasts. The origin of the frequently used T1 and T2 weighted image contrasts is discussed in detail. Various MRI sequence techniques are also discussed."	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The participants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the principles, properties and limits of basic MRI techniques</li> <li>• develop the ability to choose an appropriate basic MRI sequence and to set up the corresponding sequence parameters for a range of basic applications</li> <li>• are able to explain MRI techniques, algorithms and concepts of the lecture to other engineers.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 568977	<b>Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung</b> (Magnetic resonance imaging 2 + exercise)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Magnetic Resonance Imaging 2 (2 SWS) Übung: Magnetic Resonance Imaging 2 - Übung (0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Armin Michael Nagel Prof. Dr. Frederik Bernd Laun	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In der Vorlesung werden fortgeschrittene Techniken der Magnetresonanztomographie (MRT) erklärt. Vorausgesetzt werden Kenntnisse über Grundlagen des Gebietes, wie sie z.B. in der Vorlesung Magnetic resonance imaging 1" behandelt werden (Blochgleichungen, T1- und T2-Wichtung, Schichtselektion, k-Raum-Kodierung). U.a. folgende Themen werden behandelt: Echoplanare Bildgebung; Bildgebung des Flusses, der Perfusion, der Diffusion, der magnetischen Suszeptibilität; funktionelle MRT; Ultrahochfeld-MRT; CEST-Bildgebung; MRT-Technik; Beschleunigungsverfahren, z.B. parallele Bildgebung; Angiographie; Bewegungskompensation.</p> <p>The lecture covers advanced topics in magnetic resonance imaging (MRI). Knowledge about the basic principles of MRI are required as they are covered in the lecture Magnetic Resonance Imaging 1" (Bloch equations, T1 and T2 weighting, slice selection, k-space encoding). I.a. the following topics will be treated: echo planar imaging; imaging of flow, perfusion, diffusion, magnetic susceptibility; functional MRI; ultrahigh field MRI; chemical exchange saturation transfer imaging; MRI technique; acceleration methods, e.g. parallel imaging; angiography; motion compensation.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The participants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the principles, properties and limits of advanced MRI techniques</li> <li>• develop the ability to adapt basic principles of MRI to advanced MRI techniques</li> <li>• are able to explain MRI techniques, algorithms and concepts of the lecture to other engineers.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur 120 min	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 44481	<b>Visual Computing in Medicine</b> (Visual computing in medicine)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Visual Computing in Medicine 1 (2 SWS) Vorlesung: Visual Computing in Medicine 2 (0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Peter Hastreiter PD Dr. Thomas Wittenberg	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Thomas Wittenberg
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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</p>

		to strategies and requirements in clinical practice and the industrial development process. Additionally, complex methods of medical image analysis and visualization will be explained.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>*Visual Computing in Medicine I*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erhalten einen Überblick zu Grundlagen und Unterschieden medizinischer Bildgebungsverfahren</li> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über Gitterstrukturen, Datentypen und Formate medizinischer Bilddaten</li> <li>• üben an Beispielen die Erkennung und Interpretation unterschiedlicher Bilddaten</li> <li>• erwerben Kenntnisse zu Verfahren der Vorverarbeitung, Filterung und Interpolation medizinischer Bilddaten sowie zu grundlegenden Ansätzen der Segmentierung</li> <li>• erlernen Prinzipien und Methoden der expliziten und impliziten Bildregistrierung und erhalten einen Überblick zu wichtigen Verfahren der starren Registrierung</li> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse zu allen Aspekten der medizinischen Visualisierung (2D, 3D, 4D) von Skalar-, Vektor-, Tensorarten</li> <li>• erhalten an einfachen Beispielen einen ersten Eindruck, wie sich Visualisierung zur Steuerung von Bildanalyseverfahren und für die medizinische Diagnostik einsetzen lässt</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• get an overview of the basic principles and differences of medical imaging methods,</li> <li>• acquire profound knowledge about grid structures, data types and formats of medical image data,</li> <li>• use sample data to recognize and interpret different image data,</li> <li>• acquire knowledge about methods of preprocessing, filtering and interpolation of medical image data as well as on basic approaches of segmentation,</li> <li>• learn the principles and methods of explicit and implicit image registration and get an overview of important procedures of rigid registration,</li> <li>• acquire profound knowledge about all aspects of medical visualization (2D, 3D, 4D) of scalar, vector, tensor data,</li> <li>• get a first impression of how visualization can be used to control image analysis and medical diagnostics.</li> </ul> <p>*Visual Computing in Medicine II*</p> <p>Die Studierenden</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben aus Sicht der medizinischen Anwendung und konkreter Lösungsstrategien einen Einblick in komplexe Ansätze zur Bearbeitung wichtiger Krankheitsbilder</li> <li>lernen die Anforderungen an und die Verknüpfung von Methoden der medizinischen Bildanalyse und Visualisierung zur Bearbeitung kardiologischer, neurologischer, onkologischer und strahlentherapeutischer Fragestellungen</li> <li>erhalten einen Überblick zu komplexen Krankheitsbildern als Grundlage für effektive und effiziente Lösungen</li> <li>erwerben erweiterte Kenntnisse zur multimodalen Bildregistrierung mit nichtstarrten Transformationen</li> <li>erhalten vertieftes Wissen zu komplexen und aktuellen Themen der medizinischen Visualisierung (u.a. Integrationsverfahren, Transferfunktionen, Beschleunigungstechniken mit Grafikhardware)</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>learn the requirements and the linking of methods of medical image analysis and visualization for the processing of cardiological, neurological, oncological and radiotherapeutic questions</li> <li>get an overview of complex disease pictures as a basis for effective and efficient solutions</li> <li>acquire advanced knowledge to process multimodal image data using advanced methods</li> <li>receive in-depth knowledge on complex and up-to-date topics of medical visualization (including integration procedures, transfer functions, acceleration techniques with graphics hardware)</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Preim, C. Botha: Visual Computing for Medicine, Morgan Kaufmann Verlag, 2013</li> <li>• B. Preim, D. Bartz: Visualization in Medicine - Theory, Algorithms, and Applications, Morgan Kaufmann Verlag, 2007</li> <li>• H. Handels: Medizinische Bildverarbeitung, Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie, Vieweg und Teubner Verlag, 2009</li> <li>• P.M. Schlag, S. Eulenstein, Th. Lange: Computerassistierte Chirurgie, Elsevier Verlag, 2010</li> <li>• E. Neri, D. Caramella, C. Bartolozzi: Image Processing in Radiology, Springer Verlag, 2008</li> </ul>

# M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96312	<b>Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung</b> (Image, video and multidimensional signal processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Punktoperationen*</p> <p>Histogrammausgleich, Gamma-Korrektur</p> <p>*Binäroperationen*</p> <p>Morphologische Filter, Erosion, Dilatation, Opening, Closing</p> <p>*Farbräume*</p> <p>Trichromat, RGB- Farbraum, HSV-Farbraum</p> <p>*Mehrdimensionale Signale und Systeme*</p> <p>Theorie mehrdimensionaler Signale und Systeme, Impulsantwort, lineare Bildfilterung, Leistungsspektrum, Wiener Filter</p> <p>*Interpolation von Bildsignalen*</p> <p>Bilineare Interpolation, Bicubische Interpolation, Spline Interpolation</p> <p>*Merkmalsdetektion in Bildern*</p> <p>Bildmerkmale, Kantendetektion, Hough Transformation, Harris Ecken Detektor, Texturmerkmale, Grauwertematrix</p> <p>*Skalierungsraumdarstellung*</p> <p>LoG, DoG, SIFT, SURF</p> <p>*Bildabgleich*</p> <p>Projektive Abbildungen, Blockabgleich, Optischer Fluss, Merkmalsbasierter Abgleich mittels SIFT und SURF, RANSAC</p> <p>*Bildsegmentierung*</p> <p>Amplituden Schwellenwertermittlung, K-Means Clustering, Bayes Klassifikation, Regionen-basierte Segmentierung, kombinierte Segmentierung und Bewegungsschätzung, zeitliche Segmentierung von Videos</p>

\*Bildverarbeitung im Transformationsbereich\*

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

\*Content:\*

\*Point operations\*

Histogram equalization, gamma correction

\*Binary operations\*

Morphological filters, erosion, dilation, opening, closing

\*Color spaces\*

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

\*Multidimensional signals and systems\*

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

\*Interpolation of image signals\*

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

\*Image feature detection\*

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

\*Scale space representation\*

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

\*Image matching\*

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

\*Image segmentation\*

		<p>Amplitude thresholding, k-means clustering, Bayes classification, region-based segmentation, combined segmentation and motion estimation, temporal segmentation of video</p> <p>*Transform domain image processing*</p> <p>Unitary transform, Karhunen-Loeve transform, separable transform, Haar and Hadamard transform, DFT, DCT</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen Punktoperationen an Bilddaten und Gamma-Korrektur</li> <li>• testen die Wirkung von Rangordnungs- und Medianfiltern an Bilddaten</li> <li>• unterscheiden und bewerten verschiedene Farbräume für Bilddaten</li> <li>• erklären das Prinzip der zwei-dimensionalen linearen Filterung für Bildsignale</li> <li>• berechnen und bewerten die zweidimensionale diskrete Fourier-Transformierte eines Bildsignales</li> <li>• bestimmen vergrößerte diskrete Bildsignale mit Methoden der bilinearen und Spline-Interpolation</li> <li>• überprüfen Bilddaten auf ausgewählte Textur-, Kanten- und Bewegungsmerkmale</li> <li>• analysieren Bild- und Videodaten auf Merkmale in unterschiedlichen Scale-Spaces</li> <li>• erläutern und beurteilen Methoden für das Matching von Bilddaten</li> <li>• segmentieren Bilddaten durch Programmierung von einfachen Klassifikations- oder Clustering-Verfahren</li> <li>• verstehen das Prinzip von Transformation auf Bilddaten und können diese an Beispielen anwenden.</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand point operations for image data and gamma correction</li> <li>• test the effects of rank order and median filters for image data</li> <li>• evaluate and differentiate between different color spaces for image data</li> <li>• explain the principle of two-dimensional linear filtering for image signals</li> <li>• calculate and evaluate the two-dimensional discrete Fourier transform of an image signal</li> <li>• determine enlarged discrete image signals by bi-linear and spline interpolation</li> <li>• verify image data for selected texture, edge and motion features</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• analyze image and video data for features in different scale spaces</li> <li>• explain and evaluate methods for the matching of image data</li> <li>• segment image data by implementing basic classification and clustering methods</li> <li>• understand the principle of transformations on image data and apply them exemplarily</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorlesung Signale und Systeme I und II
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	J.-R. Ohm:  Multimedia Content Analysis , Springer, 2016  J. W. Woods:  Multidimensional Signal, Image, and Video Processing and Coding , Academic Press, 2 <sup>nd</sup> edition, 2012

1	<b>Modulbezeichnung</b> 816185	<b>Body Area Communications</b> (Body area communications)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Body Area Communications (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Benedict Scheiner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Contents:</p> <p>The Lecture and exercise deals with the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Body Area Communications</li> <li>• Electromagnetic Characteristics of Human Body</li> <li>• Electromagnetic Analysis Methods</li> <li>• Body Area Channel Modeling</li> <li>• Modulation/Demodulation</li> <li>• Body Area Communication Performance</li> <li>• Electromagnetic Compatibility Consideration</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Learning objectives</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students understand the challenges in designing Body Area Communication (BAC) systems</li> <li>• Students can conduct basic design decisions with BAC systems, like frequency and modulation selection</li> <li>• Students understand electromagnetic wave propagation in bodies</li> <li>• Students understand the frequency dependent loss and propagation behavior of electromagnetic waves</li> <li>• Students can analyze the communication performance of a BAC system</li> <li>• Students can evaluate Electromagnetic Compatibility of a BAC system</li> <li>• Students can assess the field strength inside body and relate it to regulatory limits like SAR (Specific Absorption rate), frequency dependent maximum electrical and magnetic field strength</li> <li>• Students can sketch block diagrams of BAC systems</li> <li>• Students can derive channel models for BAC</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44445	<b>Cognitive Neuroscience for AI Developers</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Cognitive Neuroscience for AI Developers (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Patrick Krauß Prof. Dr. Andreas Kist	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explain the principles of neural information processing in the brain</li> <li>• compare and analyze methods from neuroscience to study neural networks</li> <li>• explain the neuroscientific underpinnings of artificial intelligence</li> <li>• explain principles and concepts of cognitive science</li> <li>• explain principles and concepts of neuroscience</li> <li>• compare and analyze machine learning methods to analyze neural data</li> <li>• explain approaches from deep learning to model brain function</li> <li>• discuss the commonalities of neuroscience and artificial intelligence</li> <li>• implement the presented methods in Python</li> <li>• explain concepts from cognitive neuroscience for the design of artificial intelligence systems</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182

		M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	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.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47681	<b>Exergames</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Exergames (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Benedikt Morschheuser Prof. Dr. Daniel Roth	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Benedikt Morschheuser Prof. Dr. Daniel Roth
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Sample topics of the theoretical discussions may include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cyber Rehabilitation</li> <li>• Gamification</li> <li>• Game Design</li> </ul> <p>Exemplary project themes could be:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Location-based exergames that combine AR technologies with, sports and POIs in real world</li> <li>• Designing exergames for patients with Mild Cognitive Impairment</li> <li>• Designing gamified nature-based therapy approaches</li> <li>• VR supported rehabilitation procedures for patients with motor impairments</li> </ul> <p>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.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>By participating in the module, students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can explain the application of Serious Games and Exergames in the context of health.</li> <li>• are able to understand the technical and theoretical foundations of interdisciplinary interfaces between games and health.</li> <li>• are able to apply this basic knowledge to conceptualize methodical solutions and empirical studies with basic tools.</li> <li>• are able to interpret empirical findings from the literature in this field.</li> <li>• they are able to apply game technologies for use cases in health, create applications, and collect empirical data based on learned methods.</li> <li>• can implement software development projects in practice-oriented contexts.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>can apply fundamental project management principles, organize themselves in groups, work toward specific goals and consider relevant stakeholder needs.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Basics in medicine, computer graphics or human-computer interaction, knowledge of neuroscience may be helpful.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 2013 M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Gilbert, S. (2016). Designing Gamified Systems: Meaningful Play in Interactive Entertainment, Marketing and Education. Focal Press, USA.</p> <p>Radoff, J. (2011). Game On: Energize Your Business with Social Media Games. Wiley, USA.</p> <p>Morschheuser, B., Hassan, L., Werder, K., Hamari, J. (2018). How to design gamification? A method for engineering gamified software. Information &amp; Software Technology, 95. pp. 219-237.</p> <p>Salen, K. (2004). Rules of play: game design fundamentals. MIT Press, Cambridge, USA.</p> <p>Schell, J. (2008). The Art of Game Design: A Book of Lenses. Morgan Kaufmann Publishers, Burlington, USA.</p> <p>McGonigal, J. (2011). Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world. The Penguin Press, New York, USA.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 645618	<b>Human Computer Interaction</b> (Human computer interaction)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Human Computer Interaction Exercises (1 SWS) Vorlesung: Human Computer Interaction (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Madeleine Flaucher Prof. Dr. Björn Eskofier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier Madeleine Flaucher Wolfgang Mehringer Anastasiya Zakreuskaya
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Die folgenden Themen werden im Modul behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion, historische Entwicklung</li> <li>• Entwurfsprinzipien und Modelle für moderne Benutzungsschnittstellen und interaktive Systeme</li> <li>• Informationsverarbeitung des Menschen, Wahrnehmung, Motorik, Eigenschaften und Fähigkeiten des Benutzers</li> <li>• Interaktionskonzepte und -stile, Metaphern, Normen, Regeln und Style Guides</li> <li>• Ein- und Ausgabegeräte, Entwurfsraum für interaktive Systeme</li> <li>• Analyse-, Entwurfs- und Entwicklungsmethoden und -werkzeuge für Benutzungsschnittstellen</li> <li>• Prototypische Realisierung und Implementierung von interaktiven Systemen, Werkzeuge</li> <li>• Architekturen für interaktive Systeme, User Interface Toolkits und Komponenten</li> <li>• Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung</li> </ul> <p>Contents:</p> <p>The module aims to teach basic knowledge of concepts, principles, models, methods and techniques for developing highly user-friendly Human-Computer Interfaces. Beyond traditional computer systems, modern user interfaces are also discussed in the context of automobile and intelligent environments, mobile devices and embedded systems.</p>



		<p>This module addresses the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the basics of Human-Computer Interaction</li> <li>• Design principles and models for modern user interfaces and interactive systems</li> <li>• Information processing of humans, perception, motor skills, properties and skills of the users</li> <li>• Interaction concepts, metaphors, standards, norms and style guides</li> <li>• In- and output devices, design space for interactive systems</li> <li>• Analysis-, design- and development of methodologies and tools for easy-to-use user interfaces</li> <li>• Prototypic implementation of interactive systems</li> <li>• Architectures for interactive systems, User Interface Toolkits and components</li> <li>• Acceptance, evaluation methods and quality assurance</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende entwickeln ein Verständnis für Modelle, Methoden und Konzepte der Mensch-Computer-Interaktion.</li> <li>• Sie lernen verschiedene Ansätze für den Entwurf, die Entwicklung und Bewertung von Benutzungsschnittstellen kennen und verstehen deren Vor- und Nachteile.</li> <li>• Die Teilnahme an der Veranstaltung versetzt Studierende in die Lage, einen Entwicklungsprozess in der Mensch-Computer-Interaktion zu verstehen und umzusetzen.</li> <li>• Sie werden weiterhin in die Lage versetzt, dies vor dem Hintergrund der Informationsverarbeitungsfähigkeit, Wahrnehmung und Motorik des Benutzers zu gestalten.</li> <li>• Passende Methoden der Evaluation sowie Akzeptanz- und Qualitätssicherung werden erlernt.</li> </ul> <p>Learning Objectives and Competences:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students develop an understanding of models, methods and concepts in the field of Human-Computer Interaction.</li> <li>• They learn different approaches for designing, developing and evaluating User Interfaces and their advantages and disadvantages.</li> <li>• Joining the course enables students to understand and execute a development process in Human-Computer Interaction.</li> <li>• Students will be able to do a UI evaluation by learning the basics of information processing, perception and motoric skills of the user.</li> <li>• Appropriate evaluation methods, as well as acceptance and quality assurance aspects, will be learned.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20192 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 42135	<b>Image Processing in Optical Nanoscopy</b> (Image processing in optical nanoscopy)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Image Processing in Optical Nanoscopy (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Harald Köstler	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Harald Köstler
5	<b>Inhalt</b>	The module includes two interlinked topics. First, an introduction to the techniques of optical imaging (e.g. for biological specimen) with a special focus on recently evolving super-resolution techniques beyond the diffraction barrier. Second, the students will be given an overview of existing numerical techniques in imaging processing especially for image deblurring. The focus lies on algorithms based on sparse coding and deep learning methods. Additionally one makes use of information about the imaging system. The algorithms are applied to optical imaging and implemented in Matlab or Python.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students are able to implement image processing algorithms in Matlab.</li> <li>• They can differentiate between different methods of high-resolution microscopy.</li> <li>• They can validate image processing algorithms on real data.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Wiederholung der Prüfungen</b>	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
15	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
16	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
17	<b>Literaturhinweise</b>	The relevant scientific literature are current publications that are provided during the course.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 392229	<b>Knowledge discovery in databases</b> (Knowledge discovery in databases)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Knowledge Discovery in Databases (2 SWS)	-
3	Lehrende	Dominik Probst Melanie Sigl	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Why data mining?</li> <li>• What is data mining?</li> <li>• A multi-dimensional view of data mining</li> <li>• What kinds of data can be mined?</li> <li>• What kinds of patterns can be mined?</li> <li>• What technologies are used?</li> <li>• What kinds of applications are targeted?</li> <li>• Major issues in data mining</li> <li>• A brief history of data mining</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen den typischen KDD-Prozess;</li> <li>• kennen Verfahren zur Vorbereitung von Daten für das Data Mining;</li> <li>• definieren Distanz- oder Ähnlichkeits-Funktionen auf einem speziellen Datenbestand;</li> <li>• überprüfen Attribute eines Datensatzes auf ihre Bedeutung für die Analyse hin und transformieren ggf. Attributwerte geeignet;</li> <li>• wissen, wie ein typisches Data Warehouse aufgebaut ist;</li> <li>• kennen die Definition von Distanz- bzw. Ähnlichkeitsfunktionen für die verschiedenen Typen von Attributen;</li> <li>• sind vertraut mit dem Prinzip des Apriori-Algorithmus zur Bestimmung von Mengen häufiger Elemente (frequent itemsets);</li> <li>• kennen den FP-Growth-Algorithmus zum schnellen Auffinden von Mengen häufiger Elemente;</li> <li>• geben die Definitionen von Support und Confidence für Assoziationsregeln wieder;</li> <li>• beschreiben die Ermittlung von Assoziationsregeln auf der Basis von Mengen häufiger Elemente;</li> <li>• sind in der Lage, die Vorgehensweise bei Klassifikationsaufgaben darzustellen;</li> <li>• legen dar, wie ein Entscheidungsbaum auf einem Trainingsdatensatz erzeugt wird;</li> <li>• stellen das Prinzip der Bayes'schen Klassifikation dar;</li> <li>• zählen verschiedene Clustering-Verfahren auf;</li> <li>• beschreiben den Ablauf von k-Means-Clustering;</li> <li>• kennen die verschiedenen Arten von Ausreißern.</li> </ul> <p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the typical KDD process;</li> <li>• know procedures for the preparation of data for data mining;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• know the definition of distance or similarity functions for the different kinds of attributes;</li> <li>• define distance and similarity functions for a particular dataset;</li> <li>• check attributes of a dataset for their meaning with reference to an analysis and transform attribute values accordingly, if required.</li> <li>• know how a typical data warehouse is structured;</li> <li>• are familiar with the principle of the Apriori algorithm for the identification of frequent itemsets;</li> <li>• know the FP-growth algorithm for a faster identification of frequent itemsets:</li> <li>• present the definitions of support and confidence for association rules;</li> <li>• describe the construction of association rules based on frequent itemsets;</li> <li>• are capable of describing the course of action in classification tasks;</li> <li>• present the construction of a decision tree based on a training dataset;</li> <li>• present the principle of Bayes' classification;</li> <li>• enumerate different clustering procedures;</li> <li>• describe the steps of k-means clustering;</li> <li>• know the different kinds of outliers.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>The lecture is based on the following book:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ A. Géron, Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow : concepts, tools, and techniques to build intelligent systems, 2nd ed. O'Reilly Media, 2017, ISBN: 978-1491962299</li> </ul> </li> </ul>

- H. Du, Data Mining Techniques and Applications: An Introduction. Cengage Learning EMEA, May 2010, p. 336, ISBN: 978-1844808915
- I. H. Witten, E. Frank, M. A. Hall, et al., Data Mining, Fourth Edition: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 4th. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2016, ISBN: 0128042915

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96831	<b>Low Power Biomedical Electronics</b> (Low-power biomedical electronics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Low-Power Biomedical Electronics (LBE) (2 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Low-Power Biomedical Electronics (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Heinrich Milosiu	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Heinrich Milosiu	
5	<b>Inhalt</b>	<p>1. Elektronik-Grundlagen: Leistungsbegriff, RC-Filter, Ultra-Low-Power, Stromquellen</p> <p>2. Einfaches MOSFET-Modell und MOSFET-Betriebsarten: Starke Inversion, Kennlinienfeld und Ausgangswiderstand, Spannungsverstärkung</p> <p>3. MOSFET-Betriebsart Schwache Inversion: Kennlinien</p> <p>4. Vergleich der Betriebsarten starke vs. schwache Inversion, Konzept der Drain-Effizienz</p> <p>5. Einfache MOSFET-Verstärkerschaltungen</p> <p>6. Transkonduktanz-Verstärker (OTA)</p> <p>7. OTA-basierte Filter</p> <p>8. Biomedizinische Signale: Elektrokardiogramm (EKG)</p> <p>9. Herzratenvariabilität (HRV), Poincaré-Diagramm und Fitness Monitoring</p> <p>10. Schaltungsbeispiele für EKG-Verstärker</p> <p>11. Puls-Oximetrie: Prinzip und Schaltungsbeispiel</p> <p>12. Innenohrimplantat: Prinzip und Beispiel</p> <p>13. Digitale Schaltungen: Grundlagen zur Leistungsberechnung, Low-Power-Techniken</p> <p>14. Konzept für rückgekoppelte Schaltungen: Grundlagen, Beispiele</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach Teilnahme an der Lehrveranstaltung besitzen Studierende: Grundlegende Kenntnisse über integrierten Ultra-Low-Power-Schaltungsentwurf für analoge und digitale Komponenten</p>	

		<p>Fähigkeit zur Analyse von rückgekoppelten Systemen sowie deren Implementierung</p> <p>Fähigkeit zur Entwicklung von analogen Ultra-Low-Power-MOSFET-Verstärkerschaltungen für biomedizinische Anwendungen</p> <p>Grundlegende Kenntnisse über Low-Power-Biomedizinische Systeme</p> <p>Grundlagen zu bioinspirierten Systemen</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 47663	<b>Magnetic Resonance Imaging sequence programming</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Moritz Zaiß	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In this module in a two-week block course format, the basics of MR sequence programming are taught. Basic sequences such as FID, spin echo, and gradient echo are programmed in Python by the students themselves in this exercise. In addition, the basic image reconstruction based on the simulated and recorded data is written and carried out in Python, including radial imaging and iterative reconstruction.</p> <p>The sequences are created in a format that can be interpreted directly by MR scanners (<a href="https://pulseseq.github.io">https://pulseseq.github.io</a>). Part of the exercise will therefore be to use the created sequences on a real MRT machine in the Center for Medical Physics and Technology Generate signals from objects and test persons and reconstruct them into MRI images.</p> <p>Basic knowledge of Python is helpful, but can also be acquired in the exercise.</p> <p>The prerequisite for the exercise is knowledge of the Magnetic Resonance Imaging 1 [MRI1] lecture by Prof. Dr. Laun.</p> <p>For participation in the seminar, including an exercise with written report and demonstration in the following week, a total of 5 ECTS points with grade are given.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students can create sequences in a format that can be interpreted directly by MR scanners (<a href="https://pulseseq.github.io">https://pulseseq.github.io</a>).</p> <p>In the exercise, they will use the created sequences on a real MRT machine in the Center for Medical Physics and Technology, generate signals from objects and test persons and reconstruct them into MRI images.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Voraussetzung für die Übung sind Kenntnisse entsprechend der Vorlesung Magnetic Resonance Imaging 1 [MRI1] von Prof. Dr. Laun.</p> <p>Auskunft: <a href="mailto:moritz.zaiss@uk-erlangen.de">moritz.zaiss@uk-erlangen.de</a></p>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182  M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p>	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel For participation in the seminar, including an exercise with written report and demonstration in the following week, a total of 5 ECTS points with grade are given.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<a href="https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_2819947">https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_2819947</a>  <a href="https://pulseq.github.io">https://pulseq.github.io</a>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 800224	<b>Medical Imaging System Technology</b> (Medical imaging systems)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Medical Imaging System Technology (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Wilhelm Dürr	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Wilhelm Dürr
5	<b>Inhalt</b>	<p>Röntgens Entdeckung "einer neuen Art von Strahlen" im Jahr 1885 war der Beginn der teilweise spektakulären Entwicklung der bildgebenden medizinischen Diagnostik. Neue Erkenntnisse und Entwicklungen, insbesondere in der Physik, führten zu konsequenten Anwendungen im Bereich der Medizin. So entstanden die folgenden (bedeutendsten) bildgebenden Verfahren: Röntgen, nuklearmedizinische Bildgebung, Sonographie, Röntgen-Computer-Tomographie und Magnetresonanztomographie. Nach einem Überblick zur historischen Entwicklung und zu den erforderlichen physikalischen und systemtheoretischen Grundlagen werden die einzelnen Verfahren vorgestellt. Neben der Erläuterung des Funktionsprinzips liegt jeweils der Schwerpunkt bei der technischen Umsetzung. Biologische, physikalische und technische Grenzen werden aufgezeigt. Anhand von Applikationsbeispielen wird das heute Mögliche dargestellt.</p> <p>Contents</p> <p>Röntgen's discovery of "a new kind of ray" about 100 years ago was the beginning of the partially spectacular development of imaging systems for medical diagnosis. New knowledge and developments, especially in physics, led to consequent applications in the area of medicine. Over time, there developed the following (most significant) medical imaging techniques: roentgenography, nuclear medical imaging, sonography, X-ray computer tomography and magnetic resonance tomography. After an overview of the historical developments and some basic physics concerning radiation and dose, the individual techniques of the imaging modalities will be discussed in detail. Following the description of the functional principles, the point of concentration will lie in the technical realization. Biological, physical and technical limits are to be described. What is possible today is to be shown through examples in application.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die technischen und physikalischen Grundlagen von Röntgengeräten, nuklearmedizinische Bildgebung, Sonographie, Röntgen-Computer-Tomographie und Magnetresonanztomographie.</li> <li>• verstehen den Aufbau und Funktion bildgebender Verfahren der Medizintechnik und können diese beschreiben und erläutern.</li> <li>• vergleichen Möglichkeiten und diskutieren Vor- und Nachteile verschiedener bildgebender Verfahren je nach medizinischer Applikation.</li> </ul> <p>Learning Goals</p>

		<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basics of physics and technology of X-ray systems, nuclear medical imaging, sonography, X-ray computer tomography and magnetic resonance technology</li> <li>• can describe and explain the functioning of medical imaging systems</li> <li>• are familiar with the application spectrum and can discuss advantages and disadvantages of the various modalities.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Basic knowledge in these fields is recommended:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principles of medical imaging systems</li> <li>• Electromagnetic fields</li> <li>• Electric and acoustic wave propagation</li> <li>• Experimental physics</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Fercher, A.F.: Medizinische Physik. Springer-Verlag, 1992</p> <p>Oppelt, A. (Ed.), Imaging Systems for Medical Diagnostics. Publicis 2005</p> <p>Rosenbusch, G., Oudkerk, M., Amman, E.: Radiologie in der medizinischen Diagnostik. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin 1994</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 454183	<b>Molecular Communications</b> (Molecular communications)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Molecular Communications (0 SWS) Vorlesung: Molecular Communications (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Lotter Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Conventional communication systems employ electromagnetic waves for information transmission. This approach is suitable for typical macroscopic applications such as mobile communication. However, newly emerging applications in biology, nanotechnology, and medicine require communication between so-called nano-machines (e.g. nano-robots and nano-sensors) with sizes on the order of nano- and micro-meter. For such device sizes electromagnetic waves cannot be used for efficient information transmission. Instead Molecular Communication, an approach that is also widely used in natural biological systems, has to be applied. In Molecular Communication, transmitter and receiver communicate by exchanging information-carrying molecules. The design of molecular communication systems requires a basic understanding of relevant biological processes and systems as well as their communication-theoretical modelling and analysis. The course is structured as follows: 1) Introduction to Molecular Communication; 2) Biological Nano-Machines; 3) Molecular Communication in Biological Systems; 4) Synthetic Molecular Communication Systems; 5) Mathematical Modelling and Simulation; 6) Communication and Information Theory for Molecular Communication; 7) Design of Molecular Communication Systems; 8) Applications for Molecular Communication Systems.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students learn how to design synthetic molecular communication systems. They develop an understanding of natural communication processes in biological systems and how to harness these natural processes for the construction of man-made molecular communication systems. The students also learn how to analyse, model, and simulate molecular communication systems.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 172338	<b>Security in Embedded Hardware</b> (Security in embedded hardware)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Security in Embedded Hardware (2 SWS) Vorlesung: Security in Embedded Hardware (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	<b>Inhalt</b>	<p>Der Schutz eingebetteter Systeme gegenüber Angriffe Dritter auf gespeicherte Daten und Implementierungen, stellt eine immer wichtigere, jedoch auch durch zunehmende Vernetzung herausfordernde Aufgabe dar. Der Schutz der eingebetteten Systeme gegenüber bekannten als auch neueren ausgeklügelten Angriffsmöglichkeiten ist Gegenstand dieser Vorlesung. Es wird gezeigt, welche Angriffe existieren, welche Gegenmaßnahmen man ergreifen kann und wie man sichere eingebettete Systeme entwirft.</p> <p>Einleitung und Motivation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was ist Security?</li> <li>• Die Bedeutung von Security für zuverlässige Systeme</li> <li>• Klassifikation von Angriffen</li> <li>• Entwurf eingebetteter Systeme</li> </ul> <p>Angriffsszenarien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele von Angriffsszenarien</li> <li>• Kryptographischer Algorithmen als Ziel von Angriffen</li> </ul> <p>Angriffe durch Einschleusen von Code (Code Injection Attacks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Arten von Code Injection-Angriffe gibt es?</li> <li>• Gegenmaßnahmen</li> </ul> <p>Invasive physikalische Angriffe (Invasive Physical Attacks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microprobing</li> <li>• Reverse Engineering</li> <li>• Differential Fault Analysis</li> <li>• Gegenmaßnahmen</li> </ul> <p>Nichtinvasive softwarebasierte Angriffe (Non-Invasive Logical Attacks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlangen von nicht autorisiertem Zugriff</li> <li>• Gegenmaßnahmen</li> </ul> <p>Nichtinvasive physikalische Angriffe (Non-Invasive Physical Attacks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhören</li> <li>• Seitenkanalangriffe</li> <li>• Gegenmaßnahmen</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz - Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden legen die entsprechenden Gegenmaßnahmen dar</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden nennen verschiedene Sicherheitseinrichtungen und -maßnahmen in eingebetteten Systemen</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden zeigen den Einfluss von Angriffen und deren Gegenmaßnahmen auf die Verlässlichkeit eines eingebetteten Systems auf</li> <li>Die Studierenden zeigen den zusätzlichen Aufwand (Fläche, Rechenzeit) von Sicherheitseinrichtungen auf</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden klassifizieren verschiedene Angriffstypen auf eingebettete Systeme</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erarbeiten kooperativ in Gruppen Lösungskonzepte und implementieren diese gemeinsam</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Catherine H. Gebotys Security in Embedded Devices. Springer 2010.</li> <li>Benoit Badrignans et al. Security Trends for FPGAs. Springer 2011.</li> <li>Daniel Ziener Techniques for Increasing Security and Reliability of IP Cores Embedded in FPGA and ASIC Designs. Dr. Hut 2010.</li> </ul> <p>Weitere Informationen:</p>



	<a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/security-in-embedded-hardware">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/ security-in-embedded-hardware</a>
--	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44455	<b>Speech and Language Processing</b> (Speech and Language Processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Speech and Language Understanding (2 SWS) Übung: Speech and Language Understanding Exercises (0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Seung Hee Yang Abner Hernandez	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Prof. Seung Hee Yang
5	<b>Inhalt</b>	<p>Nach Behandlung der grundlegenden Mechanismen menschlicher Spracherzeugung und Sprachwahrnehmung</p> <p>gibt die Vorlesung eine detaillierte Einführung in (vornehmlich) statistisch orientierte Methoden der</p> <p>maschinellen Erkennung gesprochener Sprache.</p> <p>Schwerpunkthemen sind Merkmalgewinnung, Vektorquantisierung,</p> <p>akustische Sprachmodellierung mit Hilfe von Markovmodellen, linguistische Sprachmodellierung mit Hilfe</p> <p>stochastischer Grammatiken, prosodische Information</p> <p>sowie Suchalgorithmen zur Beschleunigung des Dekodiervorgangs.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Grundlagen der menschlichen Sprachproduktion und die akustischen Eigenschaften unterschiedlicher Phonemklassen</li> <li>• erklären den allgemeinen Aufbau eines Mustererkennungssystems</li> <li>• verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung in Bezug auf Sprachsignale</li> <li>• verstehen die Fourier-Transformation und mathematische Modelle der Sprachproduktion</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen harte und weiche Vektorquantisierungsmethoden</li> <li>• verstehen unüberwachtes Lernen (EM-Algorithmus)</li> <li>• verstehen Hidden Markov-Modelle (HMMs)</li> <li>• erklären stochastische Sprachmodelle</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the principles of human speech production and acoustic properties of the different phoneme classes</li> <li>• explain the general pipeline of a pattern recognition system</li> <li>• understand sampling, the sampling theorem, and quantization w.r.t. speech signals</li> <li>• understand Fourier transformation and mathematical models of speech production</li> <li>• understand hard and soft vector quantization methods</li> <li>• understand unsupervised learning (EM-algorithm)</li> <li>• understand Hidden Markov Models (HMMs)</li> <li>• explain stochastic language models</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niemann H.: Klassifikation von Mustern; Springer, Berlin 1983</li> <li>• Niemann H.: Pattern Analysis and Understanding; Springer, Berlin 1990</li> <li>• Schukat-Talamazzini E.G.: Automatische Spracherkennung; Vieweg, Wiesbaden 1995</li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Rabiner L.R., Juang B.H.: Fundamentals of Speech Recognition; Prentice Hall, New Jersey 1993</li> </ul> </li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44500	<b>Swarm Intelligence</b> (Swarm Intelligence)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Swarm Intelligence (2 SWS) Vorlesung: Swarm Intelligence (SI), formerly Organic Computing (OC) (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Matthias Kergaßner Prof. Dr. Rolf Wanka	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Rolf Wanka	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Swarm Intelligence (SI) is the design and deployment of self-organizing systems that dynamically adapt to their respective environmental needs. These systems are characterized by the fact that they feature the so-called self-*-properties, i.e., they are self-configuring, self-optimizing, self-healing, self-protecting, self-explanatory, ...</p> <p>Structures and methods of biological and other natural systems are chosen as models for such technical systems. In this module, Particle Swarm Optimization, Ant Algorithms, Web Search, and Evolutionary Algorithms are introduced and, as far as possible, mathematically analyzed.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students learn advanced concepts of the current topic of swarm intelligence and how they can be successfully applied to solve continuous and discrete optimization problems and to data analysis. For this purpose, they know concrete details such as terms, definitions, facts, regularities and theories and learn how to apply the concepts to concrete problems, how to adjust the methods to the use case and how to analyze the computed solutions.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20182 M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ch. Müller-Schloer, Ch. von der Malsburg, R. P. Würt. Organic Computing. Informatik-Spektrum, Band 27, Nummer 4, S. 332-336.</li> <li>• I. C. Trelea. The particle swarm optimization algorithm: convergence analysis and parameter selection. Information Processing Letters 85 (2003) 317-325.</li> <li>• J. M. Kleinberg. Authoritative sources in a hyperlinked environment. Journal of the ACM 46 (1999) 604-632.</li> <li>• M. Dorigo. V. Maniezzo. A Colorni. Ant system: an autocatalytic optimizing process. Technical Report 91-016, Politecnico di Milano, 1991.</li> <li>• A. Badr. A. Fahmy. A proof of convergence for Ant algorithms. Information Sciences 160 (2004) 267-279.</li> <li>• 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</li> </ul>
----	--------------------------	---

# M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47662	<b>Becoming an Innovative Engineer</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Becoming an innovative engineer (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Marlies Nitschke	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier Marlies Nitschke	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The online course "Becoming an innovative engineer will complement the technical knowledge which you gained in other courses. It therefore gives you a broad overview about various topics and empowers you to make use of your technical background to become an innovative engineer.</p> <p>The course comprises seven topics to fulfill the learning objectives described below:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Empowerment and Teamwork: Theory of enterprise content management which is fundamental for successful teamwork.</li> <li>2) Organizational Creativity: Individual creativity, team creativity, and organizational creativity since innovation requires creativity.</li> <li>3) Business Design: Insights into what must be considered when founding a business.</li> <li>4) Prototyping: Basics of prototyping as it is key for fast and efficient development.</li> <li>5) Agile Development: Agile development methods empowering them to manage their development workflow.</li> <li>6) Source Control via Git: How source code can be efficiently controlled using git.</li> <li>7) Testing of Software Systems: Fundamentals and principles of software testing which is necessary for every successful software product.</li> </ol> <p>This course is a shared online course of the [HMDA] <a href="https://www.masterhmda.eu/">https://www.masterhmda.eu/</a> partner universities and was created at the FAU with support of [EIT Health] <a href="https://eithealth.eu/">https://eithealth.eu/</a>.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>After completing this module, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• work successfully in a team.</li> <li>• to create innovative ideas.</li> <li>• explain what is important for a successful business.</li> <li>• efficiently realize software ideas.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182	

		Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 57074	<b>Designing technology</b> (Designing technology)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Designing Technology (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Kathrin Möslein Dr. Tim Posselt Julius Kirschbaum	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kathrin Möslein
5	<b>Inhalt</b>	<p>The course covers the process of designing innovative artefacts to extend human as well as organizational capabilities and to solve problems within organizations and industries.</p> <p>For a sound understanding of both social and technological aspects of various innovative technologies, students will primarily follow the design science research method, build artefacts and evaluate them, around a given theme. Understanding the design science paradigm and its application will enable students to develop knowledge on the management and use of information technology for managerial purposes and effectively communicate this knowledge.</p> <p>Depending on the theme, students will also be introduced to innovative and digital technologies like artificial intelligence, augmented and virtual reality, blockchain and others that can link and enable different types of use-cases across the boundaries of socio-technical systems. Students will adopt this knowledge in practical work on design problems, which will be related to the usage of robotic process automation.</p> <p>They will also be introduced to social and technological theories and literature such as design theory, systems theory, communication theory and basics of open innovation and user innovation. Students will use this knowledge on current technologies and theory to work on a (design science) project that solves human or organizational problems.</p> <p>The course requires analytical thinking, where students can identify and clearly articulate problems that they would like to solve and the process of solution-finding. While existing technical knowledge from students is welcome, it is not a prerequisite for the course. Students can also contribute by conducting theoretical/empirical research, along with developing IT artefacts. To conclude, the course offers a balance between creativity and scientific thinking, which can be of immense help to students seeking to learn either skill or both.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can develop knowledge on the management and use of information technology for managerial purposes</li> <li>• can differentiate between and assess the most important developments on the Web.</li> <li>• develop a research design for a design science project.</li> <li>• discuss theories, as well as the design and the progress of their project.</li> </ul>

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Basic knowledge of web technologies (i.e. basic html or understanding of web technology in general) or knowledge of empirical methods to evaluate designed artifacts
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Projekt-/Praktikumsbericht Hausarbeit
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Projekt-/Praktikumsbericht (50%) Hausarbeit (50%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Baldwin, C. Y., & Clark, K. B. (2004). Modularity in the Design of Complex Engineering Systems. In Complex Engineered Systems Understanding Complex Systems, 175205. Kroes, P. (2010). Engineering and the dual nature of technical artefacts. Cambridge Journal of Economics, 34 (1), 5162. Hevner, A. R., March, S. T., Park, J. & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly: Management Information Systems, 28 (1), 75-106. Fichman, R., Dos Santos, B., & Zheng, Z. (2014). Digital Innovation as a Fundamental and Powerful Concept in the Information Systems Curriculum. MIS Quarterly: Management Information Systems, 38, 329353. Hevner, A.R., 2007. A Three Cycle View of Design Science Research. Scand. J. Inf. Syst. © Scand. J. Inf. Syst. 19, 8792. Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M.A., Chatterjee, S., 2007. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. J. Manag. Inf. Syst. 24, 4578.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 83455	<b>Implementing innovation</b> (Implementing innovation)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Innovation Design (0 SWS) Vorlesung mit Übung: Innovation Strategy III: Platforms and Systems for Innovation (2 SWS)	2,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Kathrin Möslein Nina Lugmair Matthäus Wilga Nina Lugmair Matthäus Wilga	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kathrin Möslein	
5	<b>Inhalt</b>	Der Veranstaltungszyklus vermittelt zentrale Inhalte der Unterstützung und Gestaltung innovationsorientierter Unternehmens- und Wertschöpfungsstrategien im internationalen Kontext.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben fundierte Kenntnisse über die Analyse, Unterstützung und Gestaltung innovationsorientierter Unternehmens- und Wertschöpfungsstrategien.</li> <li>kennen die Stärken und Schwächen alternativer Gestaltungskonzeptionen.</li> <li>erwerben praktische Einblicke in die Durchführung und methodische Unterstützung von Innovationsprojekten.</li> <li>eignen sich durch gezielte Gruppenarbeiten und die interaktive Veranstaltungsform soziale Kompetenzen an,</li> <li>erarbeiten sich Reflexionsvermögen und können Kommilitonen wertschätzendes Feedback geben.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Erfolgreiches Absolvieren der Assessmentphase	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Hausarbeit Präsentation	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Hausarbeit (50%) Präsentation (50%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Werden in der Vorlesung bekanntgegeben	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 57053	<b>Innovation and leadership</b> (Innovation and leadership)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Innovation and Leadership (4 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Kathrin Möslein Matthäus Wilga Nina Lugmair	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kathrin Möslein	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The lecture focuses on the challenges of leading and communicating innovation and change in IT enabled companies and networked organizations. Based upon that, 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 thereby twofold. First, the course delineates and describes different yet emerging innovation tools, organizing them into a coherent set of classes. Each class of tools is described using a set of up-to-date business cases that depict the current status of the information systems. The second 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. In doing so, this lecture represents an Idea Transformation Class as students are encouraged not only to merely develop, but to actively deploy specifically developed concepts.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• will understand and explore the theories and practicalities of leadership in open innovation contexts.</li> <li>• will gain knowledge on leading and communicating innovation and translate it in leadership behavior in real case contexts.</li> <li>• will learn to assess, reflect and feedback the impact of practical leadership for innovation</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic understanding of innovation management</li> <li>• Basic understanding of management processes</li> <li>• First experience in team projects</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Ökonomie und Innovation Master of Science Medizintechnik 2013 M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Präsentation schriftlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Präsentation (0%) schriftlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Huff, Möslin & Reichwald: Leading Open Innovation; 2013 MIT Press,ISBN-13: 978-0262018494

1	<b>Modulbezeichnung</b> 57241	<b>Service innovation</b> (Service innovation)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Service Innovation (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Angela Roth Prof. Dr. Kathrin Möslein	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kathrin Möslein Prof. Dr. Angela Roth
5	<b>Inhalt</b>	Services now account for over 80% of all transactions in developed economies, but typically receive much less R&D attention than products. Developing service innovations demands a clear strategy from businesses with four interlocking core elements: search, selection, implementation and evaluation of innovative concepts. If even one of these phases is not been clearly thought through, the entire innovation process is likely to collapse. This course focuses on successful approaches, methods, tools and efforts to develop service innovations.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	The students can: <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn about items, notions, characteristics and special features in innovation management for services, service design methods and cases.</li> <li>• learn to judge and discuss innovation management tasks and alternative solutions with respect to the specialties of services.</li> <li>• experience methods of service design by themselves in interactive lectures, gain a feeling for suitable methods and learn to reflect different effects.</li> <li>• apply their knowledge and competences in solving cases and thereby analyze selected issues of managing, developing and innovating services.</li> <li>• work together in international small work groups, present their results in English, give feedback to other students work and discuss different solution approaches.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic understanding of product and service business processes</li> <li>• General knowledge on management and strategy</li> <li>• Openness to work interactively and in interdisciplinary and international teams</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Präsentation Seminararbeit
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Präsentation (30%) Seminararbeit (70%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Specific literature will be listed in the course

1	<b>Modulbezeichnung</b> 53450	<b>Technology and innovation management</b> (Technology and innovation management)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technology and Innovation Management (V) (2 SWS)  Kolloquium: Technology and Innovation Management - KO (0 SWS)	5 ECTS  -
3	Lehrende	Dr. Christian Baccarella Lukas Maier Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt	
5	<b>Inhalt</b>	Technologien und Innovationen sind die Basis des Erfolgs und Wachstums eines jeden Unternehmens. Dieser Kurs behandelt Theorien, Konzepte und Werkzeuge des Technologie- und Innovationsmanagements. Spezielle Themen sind z.B. ökonomische Entscheidungstatbestände im Technologiemanagement bzw. im disruptiven technologischen Wandel, Erfolgsfaktoren von Innovationen, die Gestaltung von Innovationsprozessen, Timing-Strategien, die Öffnung des Innovationsmanagements nach außen sowie die Innovation ganzer Geschäftsmodelle. Die Themen werden außerdem mit praktischen und aktuellen Schwerpunktthemen verknüpft um so einen Anwendungsbezug darzustellen.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>In diesem Modul lernen die Studierenden ein umfassendes, detailliertes und spezialisiertes Wissen sowie den aktuellen Erkenntnisstand im Bereich des Technologie- und Innovationsmanagements kennen. Nach Abschluss des Moduls können sie die bedeutende Rolle von Technologien und Innovationen als Wettbewerbsvorteil für Industrie- und Dienstleistungsunternehmen einschätzen und bewerten. Dieses Wissen wird durch zahlreiche praktische Beispiele vertieft. Des Weiteren sind die Studierenden dann in der Lage, das Wissen über die Methoden und Konzepte des Technologie- und Innovationsmanagements erfolgreich auf neuartige, konkrete praktische Probleme zu transferieren und diese dort zur Problemstrukturierung und -lösung einzusetzen. Sie können somit Sachverhalte in diesem Bereich einschätzen und hinterfragen.</p> <p>Die erworbenen analytischen und konzeptionellen Fertigkeiten befähigen die Studierende komplexe betriebswirtschaftliche Fragestellungen eigenständig zu bearbeiten und die richtigen Methoden und Strukturierungsansätze zur Bewältigung von Aufgaben im Technologie- und Innovationsmanagement zu finden und erfolgreich anzuwenden.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182	



		Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Ahmed, P.; Shepherd, C.: Innovation Management Context, Strategies, systems and processes, Pearson, Essex, 2010. Voigt, K.-I.: Industrielles Management, 1. Aufl., Berlin u. a., 2008.

# Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47602	<b>Biomedical Image Analysis Project</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Projektseminar: Biomedical Image Analysis Project (4 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Kist René Groh	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Kist
5	<b>Inhalt</b>	<p>Funktionentheorie:</p> <p>Elementare Funktionen komplexer Variablen, holomorphe Funktionen, Integralsatz von Cauchy, Residuentheorie</p> <p>Vektoranalysis:</p> <p>Potentiale, Volumen-, Oberflächen- und Kurvenintegrale, Parametrisierung, Transformationssatz, Integralsätze, Differentialoperatoren</p> <p>Contents:</p> <p>Function Theory: Elementary functions of complex variables, holomorphic functions, Cauchy integral theorem, theory of residues.</p> <p>Vector Calculus: Potential functions, volume-, surface- and line-integrals, parameterization, transformation theorem, theorems for integrals, differential operators</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren elementare komplexe Funktionen</li> <li>• überprüfen und beurteilen Eigenschaften dieser Funktionen</li> <li>• wenden den Integralsatz von Cauchy an</li> <li>• wenden die Residuentheorie an</li> <li>• berechnen Integrale über mehrdimensionale Bereiche</li> <li>• beobachten Zusammenhänge zwischen Volumen-, Oberflächen- und Kurvenintegralen</li> <li>• ermitteln Volumen-, Oberflächen- und Kurvenintegrale</li> <li>• wenden grundlegende Differentialoperatoren an.</li> <li>• folgern Aussagen anhand grundlegender Beweistechniken in o.g. Bereichen</li> <li>• beachten die Vorzüge einer regelmäßigen Nachbereitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes</li> </ul> <p>Learning objectives and qualifications:</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- analyze elementary complex functions</li> <li>- review and evaluate properties of these functions</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- apply the integral theorem of Cauchy</li> <li>- apply the theory of residues</li> <li>- calculate integrals over multidimensional spaces</li> <li>- observe relationships between volume, surface and curve integrals</li> <li>- Calculate volume, surface and line integrals</li> <li>- apply basic differential operators</li> <li>- derive statements by basic proof techniques in above-mentioned areas</li> <li>- note the advantages of a regular follow-up and deepen the learning material</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M6 Medizintechnische Praxiskompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013 M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182 Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93184	<b>Commercial Open Source Startups (OSS-COSS)</b> (Commercial open source startups (OSS-COSS))	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Commercial Open Source Startups (VL) (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Dirk Riehle	
5	<b>Inhalt</b>	<p>This course teaches students how the software industry works, how commercial open source works, and how to spin-off from the university. It consists of four main components:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The software industry</li> <li>• Commercial open source</li> <li>• Open source projects</li> <li>• University spin-offs</li> </ul> <p>Class is run as two 90min blocks, one for the lecture, and one for the exercises.</p> <p>Sign-up and further course information are available at <a href="https://coss.uni1.de">https://coss.uni1.de</a> - 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).</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students learn about the software industry and its players</li> <li>• Students learn about commercial open source startups</li> <li>• Students learn how to get an open source project off the ground</li> <li>• Students learn how to spin-off a startup from university</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Ökonomie und Innovation Master of Science Medizintechnik 2013 M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182 Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	See <a href="https://coss.uni1.de">https://coss.uni1.de</a>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43932	<b>Computational Imaging Project</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Sonstige Lehrveranstaltung: Computational Imaging Project (8 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Florian Knoll Dr.rer.nat. Zhengguo Tan	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Florian Knoll Marc Vornehm	
5	<b>Inhalt</b>	Individual or group projects in the area of computational methods in biomedical imaging. The projects range from theoretical analysis to practical implementations of approaches that have recently been published in the literature. Students can either propose their own topics or contact the lecturer for a list of available topics. The project can be done either as 10 ECTS or a 5 ECTS depending on the scope of the work and the study program. If you want to do a project in this semester, please write an email to Prof. Knoll at the beginning of the semester to discuss possible topics.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students acquire and practice the skills to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Read and discuss literature from the field of biomedical imaging</li> <li>• Implement approaches that are proposed in the literature</li> <li>• Run computational experiments and interpret and communicate their findings in lab meetings</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Recommended: Computational Magnetic Resonance Imaging Lecture and Medical Engineering II	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M6 Medizintechnische Praxiskompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013 M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182 Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung The grade is determined by: 50% Software development of approaches from the literature. 25% Presentation of the software and the results in the lab group meeting. 25% Written documentation of the development in form of a project report (max 10 pages).	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	An individual reading list will be established at the beginning of each project.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 57171	<b>Digital transformation project</b> (Digital transformation project)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Digital Transformation Project (Master) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Angela Roth Prof. Dr. Kathrin Möslein	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 0
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182 Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 47684	<b>Digital transformation project</b> (Digital transformation project)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Digital Transformation Project (Master) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Angela Roth Prof. Dr. Kathrin Möslein	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Angela Roth	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Digital Transformation Project is a small module with max. 30 students.</p> <p>This module is brought to you on-site in person.</p> <p>It has a lecture-guided format with a project-based application of learnings.</p> <p>It is structured by synchronous lectures once a week, in which key concepts for successful completion of the course will be explained.</p> <p>In addition, knowledge bites are provided online, which need to be absorbed asynchronously and will then be discussed during the synchronous lectures.</p> <p>Moreover, students will be divided into teams to work on projects. Here you will be able to work asynchronously, meaning the timing of the completion of tasks is at your own disposal and only needs to be coordinated within your team and with your mentors from our industry partner. The case partner for this year is a well known sports ware manufacturer from the region.</p> <p>Solution development sessions are offered on-demand virtually or in-person at WiSo (Lange Gasse 20).</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>After taking this module, students will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• be able to develop and evaluate solutions for organizational challenges in the context of digital transformation.</li> <li>• be able to work together with organizations from various industries</li> <li>• be able to apply in-depth experience in solving organizational problems using a systematic design science research process.</li> <li>• be able to use empirical research methods</li> <li>• be able to apply their presentation and writing skills.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182 Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 2022	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47654	<b>DIY - Individual prototyping and systems engineering (V+Ü)</b> (DIY - Individual prototyping and systems engineering)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 0
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M6 Medizintechnische Praxiskompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013 M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182 Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 304635	<b>DIY - Individual prototyping and systems engineering (V+Ü+Projekt)</b> (DIY - Individual prototyping and systems engineering)	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: DIY - Individual Prototyping and Systems Engineering (fällt aus) (2 SWS) Übung: Übungen zu DIY (fällt aus) (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Peter Wägemann Daniela Novac Tim Rheinfels	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Peter Wägemann
5	<b>Inhalt</b>	In dieser Veranstaltung erlernen und verwenden die Studierenden verschiedene Verfahren, Techniken und Prozesse zur konkreten Entwicklung von Protoypen mechatronischer Systeme, wie sie etwa in Forschungsprojekten zu systemnaher Software (z.B. Echtzeitsysteme, eingebettete Systeme) als Demonstrator Anwendung finden. Die Veranstaltung gibt hierbei einen breiten Überblick vom Entwurf bis zur konkreten Implementierung/Fertigung eines solchen Systems auf der mechanischen, elektrisch/elektronischen und der softwareseitigen Ebene mit einem Fokus auf die systemnahe Softwareentwicklung. Die Fertigungsaspekte werden insbesondere im Kontext des FAU FabLab und im Rahmen seiner Möglichkeiten behandelt. Nähere Informationen zum konkreten Inhalt in diesem Semester finden sich auf der unter "Weitere Informationen" verlinkten Veranstaltungsseite.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Anwenden</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>modellieren einfache zwei- und dreidimensionale Geometrien mithilfe gängiger Vektorgrafik- und CAD-Programme.</li> <li>fertigen die modellierten Bauteile selbstständig mit Verfahren zur computerunterstützten Fertigung von Prototypen, insbesondere Fused Deposition Modeling ("3D-Druck") und Laserschneiden.</li> <li>bereiten Modelle für darüber hinausgehende Fertigungsverfahren, insbesondere das CNC-Fräsen, vor, und können die Anforderungen an die Fertigung geeignet kommunizieren.</li> <li>organisieren Softwareentwicklungsprojekte mittels der Versionsverwaltung git.</li> <li>programmieren Mikrocontroller in der Programmiersprache C und wenden die GNU Werkzeugkette an.</li> <li>erstellen einfache Schaltungen und setzen diese in einen Leiterplattenentwurf um, den sie mit gängigen Methoden fertigen und bestücken.</li> <li>setzen einfache Sensoren und Aktoren ein.</li> </ul>

- nutzen die im FAU FabLab vorhandenen Werkzeuge und Maschinen für die Realisierung.

#### Analysieren

##### Die Studierenden

- erkunden gegebenen Programmcode grossen Umfangs und hoher Komplexität
- untersuchen, diskutieren und strukturieren Umsetzungsalternativen eines mechatronischen Prototypen hinsichtlich Entwurf, Spezifikation und Fertigung/ Implementierung der notwendigen Mechanik, Elektronik und Software.
- diskutieren die Fertigungsmöglichkeiten im Rahmen der im FAU FabLabs vorhandenen Einrichtung sowie dem zur Verfügung stehenden Budget.

#### Evaluieren (Beurteilen)

##### Die Studierenden

- beurteilen die Eignung von Fertigungsverfahren zur Umsetzung einer konkreten Anforderung
- beurteilen Qualität, Korrektheit und Richtlinienkonformität ihres eigenen Programmcodes.
- analysieren und testen ihre Entwicklungen.
- beschreiben, bewerten und kritisieren das eigene und das Vorgehen Dritter bei der Realisierung von (mechatronischen) Prototypen.
- beurteilen das eigene Konzept hinsichtlich der Umsetzbarkeit mit den zur Verfügung stehenden Fertigungsmitteln und Ressourcen.

#### Erschaffen

##### Die Studierenden

- setzen eine Idee für ein mechatronisches System in ein Konzept und anschließend einen lauffähigen Prototypen um
- können dies als interdisziplinäres Projekt durchführen
- können eine umfangreiche Aufgabenstellung in Teilbereiche aufteilen und als Gruppe bearbeiten
- verstehen die Arbeitsschritte bei der Entwicklung eines mechatronischen Systems.
- planen und entwickeln Treiber für Peripherie (Sensoren/ Aktoren).

- planen und entwickeln systemnahe Programme zur Interaktion mit Geräten im Zusammenspiel mit den entwickelten Gerätetreibern.
- konzipieren, planen und entwickeln systemnahe Software, Systemsoftware oder Bestandteile eines Betriebssystemkerns; erstellen Dokumentation und präsentieren ihr Vorgehen.
- erstellen Analysen und Präsentationen eigener und fremder Arbeit und tragen diese in geeigneter Weise vor einem Fachpublikum vor.
- implementieren ihre Anwendung auf Basis eines Echtzeitbetriebssystems (z.B. ecos, ERIKA, o.ä.).
- fertigen ihren Prototypen im FAU FabLab mit den dort zur Verfügung stehenden Mitteln und unter Einsatz minimaler Ressourcen.

#### Lern- bzw. Methodenkompetenz

##### Die Studierenden

- verwenden gängige Werkzeuge der Softwareentwicklung, Anwendungsentwicklung, zur Konstruktion von mechanischen und elektronischen Komponenten.
- stellen technische, methodische und soziale Sachverhalte geeignet dar.
- arbeiten sich selbstständig in Fragestellungen außerhalb ihres angestammten Fachgebiets ein
- entwickeln eigenständig Lösungs- und Anwendungskonzepte für abstrakte Fragestellungen eines vorgegebenen Themenkomplexes und bewerten diese in ihrem spezifischen Kontext.
- erschließen sich weite Themenfelder anhand selbst gewählter Beispiele und stellen die dabei gewonnenen Erkenntnisse geeignet dar.

#### Selbstkompetenz

##### Die Studierenden

- sind in der Lage mit Misserfolgen, Kritik und Änderungswünschen umzugehen.
- übernehmen Verantwortung für ihr eigenes Projekt, setzen sich selbst Arbeits- und Verhaltensziele setzen und handeln vernunftbetont.
- kennen die Grenzen ihres Wissens und die Nachteile einfacher Standardansätze.
- überwinden Berührungshängste im Kontakt mit Dritten.

#### Sozialkompetenz

		<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• organisieren selbständig die gemeinsame Bearbeitung der Übungsaufgaben und lösen diese kooperativ in kleinen Gruppen.</li> <li>• lernen eigene Fähigkeiten in die Gruppe einzubringen.</li> <li>• gehen professionell mit Kritik an eigener Arbeit um und beziehen berechnete Kritik in ihre zukünftige Arbeitsweise ein.</li> <li>• verhalten sich angemessen beim kritisieren fremder Arbeit gegenüber dem Ersteller dieser Arbeit oder Dritten.</li> <li>• erkennen und befolgen geschriebene und ungeschriebene Regeln im Umfeld offener Werkstätten (insb. FabLabs); verhalten sich angemessen bei möglichen Konfliktsituationen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93103	<b>Hands on Rehabilitation and Assistive Robotics (HandsOnRAR)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Hands on Rehabilitation and Assistive Robotics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Claudio Castellini Fabio Egle Marek Sierotowicz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Claudio Castellini Fabio Egle Marek Sierotowicz	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hands on signal processing: Gathering and storing signals, analysing them with Matlab / Python, statistical analysis, plotting and meaningfully visualising your data.</li> <li>• Hands on software: The interactiveMyocontrol (iM-Blocks) suite, peculiarities, open problems, architecture. Building your own signal interpretation and processing environment, connecting ot with robotic hardware in the lab and/or virtual reality.</li> <li>• Hands on user studies: properly designing, carrying out and evaluating a user study in RAR.</li> <li>• Hands on hardware: Using the robotic platforms in the lab to achieve better control, more human-friendly interaction, more proficient therapies.</li> <li>• Hands on 3D printing, mechanical design and electronics: Designing and creating small helper devices, improving on existing platforms, better physical interaction with the human body.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students who have carried out this internship</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• have a practical understanding of Rehabilitation and Assistive Robotics, the motivations, problems, and challenges</li> <li>• can conceive and design research-related software and hardware for RAR</li> <li>• have knowledge about the clinical and industrial situation in RAR and possibly have been in contact with a patient, gaining some insight in the clinical situation</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Recommended: One of the courses offered by the Chair, such as e.g., Upper-limb Prosthetics or Intent Detection and Feedback.</p> <p>This module can be used as Academic Lab/Hochschulpraktikum (M6.1) in the Master's program Medical Engineering.</p>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M6 Medizintechnische Praxiskompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013 M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182	



		Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 615628	<b>Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing</b> (Innovation lab for wearable and ubiquitous computing)	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing (4 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Matthias Zürl Johannes Link Michael Nissen Imrana Abdullahi Yari Misha Sadeghi Alzhraa Ibrahim Prof. Dr. Björn Eskofier Marlies Nitschke Nils Roth Ann-Kristin Seifer Mohamad Wehbi	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier Matthias Zürl	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>*Content:*</p> <p>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</p>	

		(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.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden nutzen in der gemeinsamen agilen Projektentwicklung das Framework SCRUM.</li> <li>• Die Studierenden führen eine Ideation Session mit ihrem Projektpartner durch.</li> <li>• Die Studierenden lernen, die Ergebnisse ihrer Entwicklung sowohl wissenschaftlich als auch im Kontext eines Sales-Pitches zu präsentieren.</li> <li>• Die Studierenden nutzen Gitlab für die gemeinsame Entwicklung von Software-Anwendungen.</li> <li>• Die Studierenden lernen die verschiedensten Aspekte einer Unternehmensgründung kennen.</li> </ul> <p>*Learning Goals and skills:*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students use the agile project management framework SCRUM.</li> <li>• Students conduct an ideation session together with project partners.</li> <li>• Students learn to present their results both in a research environment as well as in a sales-pitch environment</li> <li>• Students use Gitlab for the joint development of software applications.</li> <li>• Students are familiarized with various aspects of entrepreneurship and founding.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M6 Medizintechnische Praxiskompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013 M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182 Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93102	<b>Interfacing the Neuromuscular System: Laboratory (INS-Lab)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Interfacing the Neuromuscular System: Laboratory (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio	
5	<b>Inhalt</b>	During this laboratory, students will have the opportunity to gather data from a non-invasive neural interface (high-density grids of EMG electrodes) during natural movements. This dataset will then be analysed and processed by the students. The students will also record kinematic and force data in synchrony with the neural interface. The final goal is to find a way to associate kinetics, kinematics and EMG signals for a reliable neural interface in human subjects.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students understand and apply the acquisition of high-density EMG signals. Students evaluate and interpret the data resulting from their recordings. Students produce technical reports that follow good scientific practice.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	This module can be used as Academic Lab/Hochschulpraktikum (M6.1) in the Master's program Medical Engineering.  Master's students of Medical Engineering can also use this lab course to increase the ECTS value of the graded module "Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (INS)".	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M6 Medizintechnische Praxiskompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013 M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182 Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>		
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47629	<b>Neurotechnology Project</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Tobias Reichenbach	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Projekte im Bereich der künstlichen neuronalen Netzwerke, der Brain-Machine Interfaces (BCIs) und der neuronalen Prothesen.</p> <p>---</p> <p>Projects in the field of artificial neural networks, brain-machine interfaces (BCIs) and neural prostheses.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Können Prinzipien der Analyse neuronaler Signale benutzen</li> <li>- Können Informationstheorie zur Beschreibung neuronaler Aktivität anwenden</li> <li>- Können die Dynamik einzelner Neurone wie auch von neuronalen Netzwerken mathematisch beschreiben</li> <li>- Können Ansätze zur Konstruktion von Brain-Machine Interfaces (BCIs) implementieren</li> <li>- Können Konzepte zum Design neuronaler Prothesen anwenden</li> </ul> <p>---</p>	

		<p>The students...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- can use principles of analysis of neural signals.</li>   <li>- can apply information theory to describe neuronal activity.</li>   <li>- can describe the dynamics of individual neurons as well as of neural networks mathematically.</li>   <li>- can implement approaches to the construction of Brain-Machine Interfaces (BCIs).</li>   <li>- can apply concepts to the design of neural prostheses.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M6 Medizintechnische Praxiskompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013  M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182  Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222  This module can be used as a combination of M6.1 (Academic Lab) and M6.2 (Research Lab) in the Master's program Medical Engineering.</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Praktikumsleistung  Schriftlicher Bericht (50%)    mündlicher Bericht (50%)</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 25 h Eigenstudium: 275 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

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



1	<b>Modulbezeichnung</b> 94892	<b>Praktikum Technische Dynamik</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Technische Dynamik - Modellierung, Simulation und Experiment (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker	
5	<b>Inhalt</b>	Die Versuche umfassen numerische Simulationen mit Matlab, gekoppelte Pendel (und Schwebung), ein Gyroskop (Lagrange-Kreisel), einen balancierenden Roboter auf zwei Rädern, sowie einen Knickarmroboter	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>Die Studierenden kennen grundlegende reale mechanische Systeme und Möglichkeiten, diese mit Hilfe mathematischer Modelle zu simulieren.</p> <p>Verstehen</p> <p>Die Studierenden verstehen, warum ein mathematisches Modell nie die Realität exakt abbilden kann.</p> <p>Anwenden</p> <p>Die Studierenden können für ein gegebenes dynamisches System ein mathematisches Modell entwerfen und dieses mit Hilfe numerischer Methoden anwenden.</p> <p>Analysieren</p> <p>Die Studierenden können Abweichungen der Messdaten von den numerischen Simulationsergebnissen analysieren.</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <p>Die Studierenden können numerische Simulationsergebnisse validieren und Modellparameter identifizieren.</p> <p>Erschaffen</p> <p>Die Studierenden können zu einem neuen, komplexen dynamischen System ein hinreichend genaues mathematisches Modell bilden, dieses durch numerische Simulation mit realen Messdaten vergleichen und ggf. verbessern.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M6 Medizintechnische Praxiskompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013 M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182 Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93112	<b>Project Representation Learning</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Sonstige Lehrveranstaltung: Project Representation Learning (8 SWS) yes for final presentations and meetings	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernhard Kainz Misha Dombrowski Johanna Müller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Bernhard Kainz	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>The 10 ECTS project is directed towards students of computer science and medical engineering.</p> <p>Please have a look at our website for an overview. <a href="https://www.idea.tf.fau.eu/teaching/open-projects/">https://www.idea.tf.fau.eu/teaching/open-projects/</a></p> <p>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. Further example projects will be made available on the website of the Image Data Exploration and Analysis Lab. Students may also propose their own projects, which will be coordinated and refined with the module lead during preliminary discussions.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>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.</p> <p>We'll start with a project definition phase, followed by literature research, idea outline and implementation phase. Final results will be presented in a mini-symposium and further explained in a short 10-page scientific report.</p> <p><b>Module aims</b></p> <p>In this module you will have the opportunity to demonstrate independence and originality, to plan and organise a large project over a</p>	

long period, and to put into practice the knowledge, skills and research methods that you have learnt throughout the course.

### Learning outcomes

Upon successful completion of this module, you will have demonstrated your ability to:

- apply previously taught knowledge and skills to a substantial problem in Computing or Data Science, as an individual
- conduct an independent investigation and apply cutting-edge research, methods and thinking appropriate to the problem
- present complex technical material orally to a mixed audience
- exercise scientific writing skills by way of a substantial written report, summarising your findings

### Module syllabus

There will be a small number of supporting meetings that will

1. describe the structure of the project, including expectations, milestones and deliverables,
2. give guidance on writing and presentation skills targeted specifically at individual projects,
3. explain the assessment procedures.

The rest of the project involves an independent investigation under the supervision of an academic advisor.

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	You should have very solid programming skills and have knowledge in machine learning, deep learning and computer vision methods.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M6 Medizintechnische Praxiskompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013

		M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182 Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>A specific reading list will be established at the beginning of each project, general literature is listed below:</p> <p>Quinn J, McEachen J, Fullan M, Gardner M, Drummy M. Dive into deep learning: Tools for engagement. Corwin Press; 2019 Jul 15. <a href="https://d2l.ai/">https://d2l.ai/</a></p> <p>Goodfellow I, Bengio Y, Courville A, Bengio Y. Deep learning. Cambridge: MIT press; 2016 Nov 18. <a href="https://www.deeplearningbook.org/">https://www.deeplearningbook.org/</a></p> <p>A specific reading list will be established at the beginning of each project, general literature is listed below:</p> <p>Quinn J, McEachen J, Fullan M, Gardner M, Drummy M. Dive into deep learning: Tools for engagement. Corwin Press; 2019 Jul 15. <a href="https://d2l.ai/">https://d2l.ai/</a></p> <p>Goodfellow I, Bengio Y, Courville A, Bengio Y. Deep learning. Cambridge: MIT press; 2016 Nov 18. <a href="https://www.deeplearningbook.org/">https://www.deeplearningbook.org/</a></p> <p>A specific reading list will be established at the beginning of each project, general literature is listed below:</p> <p>Quinn J, McEachen J, Fullan M, Gardner M, Drummy M. Dive into deep learning: Tools for engagement. Corwin Press; 2019 Jul 15. <a href="https://d2l.ai/">https://d2l.ai/</a></p> <p>Goodfellow I, Bengio Y, Courville A, Bengio Y. Deep learning. Cambridge: MIT press; 2016 Nov 18. <a href="https://www.deeplearningbook.org/">https://www.deeplearningbook.org/</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47676	<b>Projekt Biomedical Network Science</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Projektseminar: Project Biomedical Network Science (4 SWS) Projektseminar: Projekt Biomedical Network Science (4 SWS)	10 ECTS 10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. David Blumenthal Suryadipto Sarkar	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. David Blumenthal	
5	<b>Inhalt</b>	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.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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,</li> <li>• apply best practices in software development and documentation,</li> <li>• write an academic report.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Strong programming skills in any programming language.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182 Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	All relevant research literature will be made available in StudOn.	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47653	<b>Projekt Flat-Panel CT Reconstruction</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Projekt Flat-Panel CT Reconstruction (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Yixing Huang Fabian Wagner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Felix Denzinger Yixing Huang Fabian Wagner
5	<b>Inhalt</b>	<p>The aim of this master project is to build a state-of-the-art flat-panel CT reconstruction software. The project is designed in two parts: The first part is the Academic Laboratory (Hochschulpraktikum). These 5 ECTS can be earned by attending the course, finishing the exercises and giving a short presentation at the end of the semester. The second part is the 5 ECTS Research Laboratory (Forschungspraktikum), where after the semester the students can work on research topics related to the topics taught in the course.</p> <p>In the Academic Laboratory, the basics of CT reconstruction will be developed in a group. All participants will create a basic CT reconstruction pipeline that is able to reconstruct flat-panel CT images.</p> <p>The following topics will be taught and implemented in this course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parallel-beam reconstruction</li> <li>• Fan-beam reconstruction</li> <li>• Cone-beam reconstruction</li> <li>• Hardware-acceleration using the graphics card</li> </ul> <p>In the Research Laboratory, the participants will be asked to adopt the designed pipeline individually to specific problems in CT reconstruction. These topics are always related to current research at the Pattern Recognition Lab, including for example:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limited field-of-view</li> <li>• Limited acquisition angle</li> <li>• Reconstruction with few projections</li> <li>• Noise reduction</li> <li>• Motion compensation</li> </ul> <p>You will incorporate your work into a fully-fledged CT reconstruction and analysis tool that makes it easy to evaluate the reconstruction algorithms. At the end of the project, a trip to the Siemens Healthineers in Forchheim is planned in order to experiment with a real scanner.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students will be able to understand a clinical angiography system.</p> <p>The students will be able to implement CT reconstruction for parallel, fan, and cone beam geometries.</p>

		Students will understand basic GPU architectures. Students will learn to implement software in Java and OpenCL
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M6 Medizintechnische Praxiskompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013 M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182 Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 924553	<b>Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik</b> (Project machine learning and data analytics)	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Sonstige Lehrveranstaltung: Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik (0 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier An Nguyen Dr. Dario Zanca	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier An Nguyen Dr. Dario Zanca
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Additional topics are also presented on our website.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• arbeiten sich in einen Algorithmus der Mustererkennung ein und implementieren diesen</li> <li>• arbeiten sich in komplexe Softwaresysteme ein und erweitern diese</li> <li>• lernen, eigenständig Lösungsvorschläge auszuarbeiten und umzusetzen</li> <li>• dokumentieren die von ihnen geschriebene Software</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M6 Medizintechnische Praxiskompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013 M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182

		Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 628205	<b>Projekt Mustererkennung</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Projekt Computer Vision (0 SWS) Praktikum: Projekt Mustererkennung (0 SWS) Praktikum: Project Remote Sensing (2 SWS)	10 ECTS 10 ECTS 10 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vincent Christlein Martin Mayr Nora Gourmelon	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Felix Denzinger Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Fabian Wagner
5	<b>Inhalt</b>	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.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• arbeiten sich in komplexe Softwaresysteme ein und erweitern diese</li> <li>• lernen, eigenständig Lösungsvorschläge auszuarbeiten und umzusetzen</li> <li>• dokumentieren die von ihnen geschriebene Software</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M6 Medizintechnische Praxiskompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013 M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182 Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47695	<b>Virtual and Augmented Reality (VRAR)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Sonstige Lehrveranstaltung: Virtual and Augmented Reality (8 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Daniel Roth	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Daniel Roth
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Veranstaltung behandelt Virtual-, Mixed-, und Augmented Reality als Themengebiet (Extended Reality/XR) mit Bezug zum Themenfeld digitale Gesundheit. Beispielhafte Bestandteile sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Displays (optisch, taktil, auditiv)</li> <li>• Nutzerzentrierte Entwicklung von XR Applikationen</li> <li>• Wahrnehmung und Perzeption</li> <li>• 3D Nutzerinteraktion</li> <li>• Präsenz und Immersion</li> <li>• Avatare und Embodiment</li> <li>• Kollaborative Umgebungen</li> <li>• Rendering und Kameramodelle</li> <li>• Evaluation</li> <li>• XR Anwendungen in der Medizin</li> <li>• ELSI und KI in XR</li> </ul> <p>Die Veranstaltung setzt sich zusammen aus einer Vorlesung (2SWS) sowie einer offenen Übung. Der Kurs ist projektbasiert. Studierende designen, entwickeln, und evaluieren XR-Anwendungen in Kleingruppen. In regelmäßigen Abständen erfolgen Zwischenpräsentationen der Projektgruppen.</p> <p>---</p> <p>The course covers virtual, mixed, and augmented reality as a theme (extended reality/XR) related to the topic area of digital health. Exemplary components are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Displays (optical, tactile, auditory)</li> <li>• User-centered development of XR applications</li> <li>• Perception and perception</li> <li>• 3D user interaction</li> <li>• Presence and immersion</li> <li>• Avatars and embodiment</li> <li>• Collaborative environments</li> <li>• Rendering and camera models</li> <li>• Evaluation and</li> <li>• XR applications in medicine</li> <li>• ELSI and AI in XR</li> </ul> <p>The course consists of a lecture (2SWS) and an open exercise. The course is project based. Students design, develop, and evaluate XR applications in small groups. Intermediate presentations of the project groups take place at regular intervals.</p>

6

**Lernziele und  
Kompetenzen**

Fachkompetenz

Wissen

Durch die Teilnahme an der Veranstaltung erweitern die Studierenden ihr Wissen im Bereich Virtual und Augmented Reality.

---

By participating in the course, students will expand their knowledge in the field of Virtual and Augmented Reality.

Verstehen

Nach der Teilnahme an dem Modul / der Veranstaltung, sind die Lernenden in der Lage die technischen und theoretischen Grundlagen und erweiterte Konzepte von Virtual und Augmented Reality zu verstehen.

---

After participating in the module / course, learners are able to understand the technical and theoretical basics and advanced concepts of Virtual and Augmented Reality.

Anwenden

Studierende sind in der Lage dieses Grundwissen anzuwenden und Virtual und Augmented Reality Anwendungen mit grundlegenden Hilfsmitteln selbst zu konzeptionieren.

---

Students will be able to apply this basic knowledge and conceptualize Virtual and Augmented Reality applications themselves using basic tools.

Analysieren

Die Studierenden sollten nach der Veranstaltung in der Lage sein so-wohl empirische Befunde der Literatur als auch bestehende Beispielsysteme bezüglich technischer und perzeptueller Aspekte zu analysieren.

---

After the course, students should be able to analyze empirical findings from the literature as well as existing example systems with regard to technical and perceptual aspects.

		<p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <p>Durch die Veranstaltung sollten die Studierenden zudem in der Lage sein, empirische Befunde im Bereich Virtual &amp; Augmented Reality zu interpretieren, zu analysieren, und zu beurteilen.</p> <p>---</p> <p>Through the course, students should also be able to interpret, analyze, and evaluate empirical findings in the field of Virtual &amp; Augmented Reality.</p> <p>Erschaffen</p> <p>Auf Basis des Gelernten sind die Studierenden in der Lage, methodische Konzepte für die Entwicklung eigener Applikationen anzuwenden, Anwendungen zu erschaffen, und diese auf Basis gelernter Methoden zu evaluieren.</p> <p>---</p> <p>Based on what they have learned, students will be able to apply methodological concepts to develop their own applications, create applications, and evaluate them based on learned methods.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Empfohlen sind die vorherige Teilnahme an Grundlegenden Veranstaltungen zur Programmierung, dem Modul Computergrafik (Stamminger) sowie HCI (Eskofier)</p> <p>---</p> <p>Recommended are previous participation in basic programming courses, the module computer graphics (Stamminger) as well as HCI (Eskofier).</p> <p>From master semester 1 onwards</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M6 Medizintechnische Praxiskompetenzen Master of Science Medizintechnik 2013</p> <p>M6 Medizintechnische Praxismodule Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>unter anderem/among others:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jerald, J. (2015). The VR book: Human-centered design for virtual reality. Morgan &amp; Claypool.</li> <li>• LaViola Jr, J. J., Kruijff, E., McMahan, R. P., Bowman, D., &amp; Poupyrev, I. P. (2017). 3D user interfaces: theory and practice. Addison-Wesley Professional.</li> <li>• Schmalstieg, D., &amp; Hollerer, T. (2016). Augmented reality: principles and practice. Addison-Wesley Professional.</li> <li>• Akenine-Möller, T., Haines, E., &amp; Hoffman, N. (2019). Real-time rendering. Crc Press.</li> </ul>



# Flexibles Budget / Flexible budget

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47694	<b>Artificial Motor Learning</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Artificial Motor Learning (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Simon Bachhuber Dr. Ive Weygers	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel
5	<b>Inhalt</b>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• the role of motor learning in biological and AI systems</li> <li>• definition and classification of motor learning tasks</li> <li>• parametric and non-parametric models of motor dynamics</li> <li>• learning control methods (model-based and data-based) for motor learning tasks</li> <li>• reinforcement learning (model-free and model-based) for motor learning tasks</li> <li>• advanced approaches from recent literature</li> <li>• combination and implementation of methods</li> <li>• stability, optimality, robustness and usability properties</li> <li>• performance assessment in simulation and experiment</li> </ul> <p>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.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>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.</p> <p>Verstehen</p> <p>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.</p>

		<p>Anwenden</p> <p>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.</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>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.</p> <p>Sozialkompetenz</p> <p>Participants successfully collaborate in small teams, they effectively exchange arguments and self-organize to produce a joint result within a given time frame.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Participants should be familiar with fundamental methods and concepts in machine learning. They should, for example, have completed one of the following courses</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine Learning for Engineers</li> <li>• Maschinelles Lernen für Zeitreihen</li> <li>• Pattern Recognition</li> <li>• Reinforcement Learning</li> <li>• Deep Learning</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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. 961966, 2005.</li> <li>• L. Buşoniu, T. de Bruin, D. Tolić, J. Kober, I. Palunko. "Reinforcement Learning for Control: Performance, Stability,</li> </ul>

and Deep Approximators", Annual Reviews in Control, 46:828, 2018

- I. Grondman, L. Busoniu, G. A. Lopes, and R. Babuka, "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. 12911307, 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. 203226, 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. 465472, 2011.
- S. Lupashin, A. Schoellig, M. Sherback, and R. D'Andrea, "A simple learning strategy for high-speed quadcopter 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.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 531683	<b>Audiologie/Hörgeräteakustik</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Audiologie/Hörgeräteakustik (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.Dr. Ulrich Hoppe	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.Dr. Ulrich Hoppe	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Überblick über Grundlagen der Anatomie und Physiologie des Ohres und der Hörbahn einschließlich Hörverarbeitung und Audiophysiologie, sowie ausgesuchte Verfahren zur Untersuchung des Hörvermögens bei Kindern und Erwachsenen und deren Interpretation</p> <p>Einblicke in physikalische und psychoakustische Grundlagen der Audiologie und der Hörgeräteanpassung und des Cochlearimplantats</p> <p>Wissen, Anwendung und Beurteilung audiometrischer Verfahren</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung kennen die Studierenden sowohl die physiologischen Vorgänge des Hörens als auch die medizinischen und technischen Möglichkeiten der Hörverbesserung. Insbesondere sind die diagnostischen Verfahren zu Entdeckung, Quantifizierung und Lokalisierung einer Hörstörung bekannt. Im Bereich der technischen Rehabilitation werden konventionelle Hörgeräte und Cochlea-Implantate vertieft betrachtet. Neben der Technologie werden auch die Verfahren zur Anpassung und Erfolgskontrolle der Technologien am Patienten erlernt.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	für Studierende des Studiengangs B. Sc Logopädie und M.Sc. Medizintechnik.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 2013 M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Audiologie Durrant, J.D., Feth, L. (2012). Hearing Sciences: A Foundational Approach, The Allyn &amp; Bacon Communication Sciences and Disorders</p> <p>Kompis, M. (2008). Audiologie, Bern: Verlag Hans Huber</p> <p>Lehnhardt, E.; Laszig, R. (2009). Praxis der Audiometrie. Stuttgart: Thieme</p> <p>Mrowinski, D.; Scholz, G. (2011). Audiometrie: eine Anleitung für die praktische Hörprüfung. Stuttgart: Thieme</p>
----	--------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47662	<b>Becoming an Innovative Engineer</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Becoming an innovative engineer (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Marlies Nitschke	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier Marlies Nitschke	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The online course "Becoming an innovative engineer will complement the technical knowledge which you gained in other courses. It therefore gives you a broad overview about various topics and empowers you to make use of your technical background to become an innovative engineer.</p> <p>The course comprises seven topics to fulfill the learning objectives described below:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Empowerment and Teamwork: Theory of enterprise content management which is fundamental for successful teamwork.</li> <li>2) Organizational Creativity: Individual creativity, team creativity, and organizational creativity since innovation requires creativity.</li> <li>3) Business Design: Insights into what must be considered when founding a business.</li> <li>4) Prototyping: Basics of prototyping as it is key for fast and efficient development.</li> <li>5) Agile Development: Agile development methods empowering them to manage their development workflow.</li> <li>6) Source Control via Git: How source code can be efficiently controlled using git.</li> <li>7) Testing of Software Systems: Fundamentals and principles of software testing which is necessary for every successful software product.</li> </ol> <p>This course is a shared online course of the [HMDA] <a href="https://www.masterhmda.eu/">https://www.masterhmda.eu/</a> partner universities and was created at the FAU with support of [EIT Health] <a href="https://eithealth.eu/">https://eithealth.eu/</a>.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>After completing this module, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• work successfully in a team.</li> <li>• to create innovative ideas.</li> <li>• explain what is important for a successful business.</li> <li>• efficiently realize software ideas.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182	

		Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 47666	<b>Bewegungsanalyse und biomechanische Grenzgebiete</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Bewegungsanalyse und biomechanische Grenzgebiete (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Anne Koelewijn Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Anatomie des menschlichen Bewegungsapparates</p> <p> Muskeln, Sehnen, Bänder, Knochen, Knorpel </p> <p>Gelenkmechanik</p> <p>Kinematik</p> <p> Bewegungsanalyse und Motion-Capturing-Systeme </p> <p>Kinetik</p> <p> Kraft- &amp; Druckmessplatten, Bodenreaktionskräfte </p> <p>Elektromyographie</p> <p>3D-Modellierung in der Biomechanik</p> <p> Segmentierung, 3D-Modelle </p> <p>Simulation</p> <p> FEM, MKS </p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden verstehen die in der Biomechanik verwendete Technik und angewandte Methoden.</p> <p>Die Studierenden bestimmen die anatomischen Strukturen, die den aktiven bzw. passiven Bewegungsapparat aufbauen und somit Kraftentwicklung und Bewegungen ermöglichen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage die in der technischen Mechanik erlernten Größen wie Kräfte und Momente auf anatomische Strukturen anzuwenden.</p>	

		<p>Die Studierenden können die Funktion der im Rahmen der Kinematik verwendeten Systeme zum Motion-Capturing beschreiben und gegenüberstellen.</p> <p>Sie sind in der Lage, die in der Kinetik verwendeten Messsysteme wie Kraft- und Druckmessplatten in Aufbau und Funktion zu unterscheiden. Sie können die gemessenen Bodenreaktionskräfte und Kraft-Zeit-Verläufe interpretieren und in Zusammenhang mit Bewegungen und Kraftübertragung setzen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage ein Vorgehen zur Messung von Muskelaktivitäten bei einer spezifischen Bewegung durch Elektromyographie zu entwerfen. Sie beschreiben die Funktion von EMG-Sensoren, unterschiedliche Filtertechniken, Arten der Ableitung wie auch Einflussfaktoren und erläutern diese.</p> <p>Die Studierenden beschreiben die Vorzüge der 3D-Modellierung im biomechanischen und orthopädischen Umfeld und können die unterschiedlichen Arten der Segmentierung gegenüberstellen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Simulation im Maschinenbau und in der Biomechanik gegenüberzustellen und die Unterschiede zu konkretisieren. Sie beschreiben den grundsätzlichen Aufbau von Finiter-Elemente-Analyse (FEM) und Mehrkörpersimulation (MKS) und begründen die Funktion in biomechanischem Kontext.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	elektronische Prüfung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	elektronische Prüfung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Relevante Literatur ist im online-Kurs zu den jeweiligen Kapiteln angegeben.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 82570	<b>BWL für Ingenieure</b> (Business studies for engineers)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: BWL für Ingenieure I (2 SWS) Vorlesung mit Übung: BWL für Ingenieure II (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Lars Friedrich Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt Marc Rücker	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	<b>Inhalt</b>	<p>BW 1 (konstitutive Grundlagen):</p> <p>Grundlagen und Vertiefung spezifischer Aspekte der Rechtsform-, Standort-, Organisations- und Strategiewahl</p> <p>BW 2 (operative Leistungsprozesse):</p> <p>Betrachtung der unternehmerischen Kernprozesse Forschung und Entwicklung mit Fokus auf das Technologie- und Innovationsmanagement, Beschaffung und Produktion sowie Marketing und Vertrieb</p> <p>BW 3 (Unternehmensgründung):</p> <p>Grundlagen der Gründungsplanung und des Gründungsmanagements</p> <p>BW 3 Übung (Vertiefung und Businessplanerstellung):</p> <p>Vertiefung einzelner Schwerpunkte aus den Bereichen BW 1, 2 und 3 sowie ausgewählte Fallstudien zu wichtigen Elementen eines Businessplans</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben Kenntnisse über Grundfragen der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre</li> <li>• verstehen die Kernprozesse der Unternehmung und die damit verbundenen zentralen Fragestellungen</li> <li>• 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.</li> <li>• können Fragen des Technologie- und Innovationsmanagements anhand der Anwendung ausgewählter Methoden und Instrumente erschließen</li> <li>• wissen um die Bestandteile eines Businessplans, deren Bedeutung und sind in der Lage, diese zu verfassen und zu beurteilen</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Ökonomie und Innovation Master of Science Medizintechnik 2013 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Voigt, Industrielles Management, 2008

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47681	<b>Exergames</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Exergames (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Benedikt Morschheuser Prof. Dr. Daniel Roth	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Benedikt Morschheuser Prof. Dr. Daniel Roth
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Sample topics of the theoretical discussions may include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cyber Rehabilitation</li> <li>• Gamification</li> <li>• Game Design</li> </ul> <p>Exemplary project themes could be:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Location-based exergames that combine AR technologies with, sports and POIs in real world</li> <li>• Designing exergames for patients with Mild Cognitive Impairment</li> <li>• Designing gamified nature-based therapy approaches</li> <li>• VR supported rehabilitation procedures for patients with motor impairments</li> </ul> <p>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.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>By participating in the module, students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can explain the application of Serious Games and Exergames in the context of health.</li> <li>• are able to understand the technical and theoretical foundations of interdisciplinary interfaces between games and health.</li> <li>• are able to apply this basic knowledge to conceptualize methodical solutions and empirical studies with basic tools.</li> <li>• are able to interpret empirical findings from the literature in this field.</li> <li>• they are able to apply game technologies for use cases in health, create applications, and collect empirical data based on learned methods.</li> <li>• can implement software development projects in practice-oriented contexts.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>can apply fundamental project management principles, organize themselves in groups, work toward specific goals and consider relevant stakeholder needs.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Basics in medicine, computer graphics or human-computer interaction, knowledge of neuroscience may be helpful.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 2013 M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Gilbert, S. (2016). Designing Gamified Systems: Meaningful Play in Interactive Entertainment, Marketing and Education. Focal Press, USA.</p> <p>Radoff, J. (2011). Game On: Energize Your Business with Social Media Games. Wiley, USA.</p> <p>Morschheuser, B., Hassan, L., Werder, K., Hamari, J. (2018). How to design gamification? A method for engineering gamified software. Information &amp; Software Technology, 95. pp. 219-237.</p> <p>Salen, K. (2004). Rules of play: game design fundamentals. MIT Press, Cambridge, USA.</p> <p>Schell, J. (2008). The Art of Game Design: A Book of Lenses. Morgan Kaufmann Publishers, Burlington, USA.</p> <p>McGonigal, J. (2011). Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world. The Penguin Press, New York, USA.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97247	<b>Fertigungsmesstechnik I</b> (Manufacturing metrology I)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Fertigungsmesstechnik I - Übung (2 SWS) Vorlesung: Fertigungsmesstechnik I (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen, Begriffe, Größen und Aufgaben der FMT: Teilgebiete der industriellen Messtechnik, Grundaufgaben und Ziele der Fertigungsmesstechnik, Messen, Prüfen, Überwachen, Lehren, Begriffsdefinitionen: 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)</li> <li>• 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</li> <li>• 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)</li> </ul>	

Toleranzbegriff Form- und Lagetoleranzen Systematik der Tolerierung von Unabhängigkeitsprinzip Werkstücken (Unabhängigkeitsprinzip, Hüllprinzip)

- 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 Formmessgeräten Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren
- Oberflächenmesstechnik: Oberflächenmessprinzipien Tastschnittgeräte, optische Oberflächenmessgeräte, 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-, Waagrechtkenngößen, gemischte Kenngrößen Kenngrößen aus Materialanteil-Kurve (ISO 13565-2 und ISO 13565-3) Flächenparameter (Höhenparameter, räumliche Parameter, flächenhafte Materialanteilkurve, topographischen Elemente) Streulichtmessung, 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
- 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,



		<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• Form inspection technique: Principle, characteristics, measurement tasks, designs Deviation of the swivel guide from an ideal axis Calibration of form measurement systems</li> <li>• 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</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierendenden können die die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik darlegen.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen Größen an Werkstücken nennen.</li> <li>• Die Studierendenden können Messaufgaben, deren Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben.</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden können Messaufgaben durch das Erlernete implementieren.</li> <li>◦ Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik eigenständig auswählen.</li> <li>◦ Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und analysieren.</li> <li>◦ Die Studierenden können Schwachstellen in der Planung und Durchführung selbstständiges erkennen.</li> <li>◦ Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich der Fertigungsmesstechnik bewerten.</li> </ul> </li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Für eine optimale Vorbereitung empfiehlt sich eine Belegung des Moduls "Grundlagen der Messtechnik". Dies ist jedoch keine Teilnahmevervoraussetzung für das Modul "Fertigungsmesstechnik I".
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 2013 M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> </ul>

- 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 Präzision überall][http://youtu.be/tQgvr\\_Y3GI0](http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0)
- [Multisensor-Koordinatenmesstechnik]<http://www.koordinatenmesstechnik.de/>
- [E-Learning Kurs AUKOM Stufe 1]<http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47614	<b>Green AI - AI for sustainability and sustainability of AI</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Green AI - AI for Sustainability and Sustainability of AI (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Eva Dorschky Prof. Dr. Björn Eskofier René Raab	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Eva Dorschky Prof. Dr. Björn Eskofier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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?</p> <p>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.</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to "Green AI" versus "Red AI"</li> <li>• Guests talks on related research topics</li> <li>• Group discussions on future prospects of AI, specifically machine learning</li> <li>• Best practices for literature review and scientific presentations</li> <li>• Literature review on Green AI in certain areas in groups</li> <li>• Scientific talk of each student on one specific topic</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students will analyze</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• the opportunities that AI offers to combat global climate change</li> <li>• the negative impact of AI on global climate change</li> <li>• current research topics in the field of "Green AI"</li> </ul> <p>Students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• discuss and work in a group</li> <li>• perform and write a literature review</li> <li>• give a scientific presentation</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	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.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	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. 110.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 57053	<b>Innovation and leadership</b> (Innovation and leadership)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Innovation and Leadership (4 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Kathrin Möslein Matthäus Wilga Nina Lugmair	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kathrin Möslein	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The lecture focuses on the challenges of leading and communicating innovation and change in IT enabled companies and networked organizations. Based upon that, 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 thereby twofold. First, the course delineates and describes different yet emerging innovation tools, organizing them into a coherent set of classes. Each class of tools is described using a set of up-to-date business cases that depict the current status of the information systems. The second 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. In doing so, this lecture represents an Idea Transformation Class as students are encouraged not only to merely develop, but to actively deploy specifically developed concepts.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• will understand and explore the theories and practicalities of leadership in open innovation contexts.</li> <li>• will gain knowledge on leading and communicating innovation and translate it in leadership behavior in real case contexts.</li> <li>• will learn to assess, reflect and feedback the impact of practical leadership for innovation</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic understanding of innovation management</li> <li>• Basic understanding of management processes</li> <li>• First experience in team projects</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Ökonomie und Innovation Master of Science Medizintechnik 2013 M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Präsentation schriftlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Präsentation (0%) schriftlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Huff, Möslin & Reichwald: Leading Open Innovation; 2013 MIT Press,ISBN-13: 978-0262018494

1	<b>Modulbezeichnung</b> 87657	<b>Innovation technology</b> (Innovation technology)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Innovation Technology II - Bachelor (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Innovation Technology I (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Kathrin Möslein Sascha Oks Spyridon Koustas	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kathrin Möslein	
5	<b>Inhalt</b>	Schwerpunkt bildet u.a. die Analyse, Erklärung und Gestaltung von IT-Systemen zur Unterstützung von Innovations-, Kooperations- und Führungssystemen.  Hierbei werden aufbauend auf Grundlagen der Informations- und Kommunikationstechnik aktuelle Themen aus dem Bereich cyber-physischer Systeme, Industrie 4.0 und Smart Services besprochen (z. B. Simulations- und Modellierungswerkzeuge, Virtuelle Realitäten, Data Mining und Rapid Prototyping).	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben einen Überblick über verschiedene im Unternehmenseinsatz befindliche Innovationstechnologien.</li> <li>evaluieren deren Einsatz für unternehmerische Herausforderungen wie z.B. die Ideensuche.</li> <li>entwerfen ein Konzept für eine Innovationstechnologie und prüfen deren Eignung für die Steigerung der Innovationsfähigkeit.</li> <li>analysieren mögliche Geschäftsmodelle und prüfen die Auswirkungen von Innovationstechnologien auf neue Geschäftsmodelle.</li> <li>eignen sich durch gezielte Gruppen- und Projektarbeiten soziale Kompetenzen an, erarbeiten sich Präsentationsvermögen und können Kommilitoninnen und Kommilitonen wertschätzendes Feedback geben.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Erfolgreiches Absolvieren der Assessmentphase	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Präsentation Projekt-/Praktikumsbericht	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Präsentation (50%) Projekt-/Praktikumsbericht (50%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester	



15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Wird in der Vorlesung bekanntgegeben

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47616	<b>Intent Detection and Feedback</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Intent Detection and Feedback (4 SWS) Übung: Intent Detection and Feedback (E) (2 SWS)	5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Claudio Castellini Fabio Egle	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Claudio Castellini	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the problems of intent detection and somatosensory feedback: motivation, taxonomy, historical background.</li> <li>• 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.</li> <li>• Somatosensory feedback: theory and physiology; sensory substitution; embodiment and agency induced by it; modalities of actuation; practical issues and metrics of performance.</li> <li>• Intent detection and somatosensory feedback in prosthetics: usefulness, success and challenges.</li> <li>• Intent detection and somatosensory feedback in rehabilitation and exoskeletons: usefulness, success and challenges.</li> <li>• Intent detection and somatosensory feedback in gaming and non-reha fields.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students who have followed the module</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• have a broad understanding of intent detection and somatosensory feedback, especially in the frame of Rehabilitation and Assistive Robotics</li> <li>• can conceive and design a research project in the related subfield of the subject</li> <li>• have knowledge about the clinical and industrial situation of intent detection and feedback, especially including the problems and challenges of each technique and method</li> <li>• can tackle previously unknown problems</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning; mid-level programming Python, C# or similar; fundamentals of experimental psychology	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel (60 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• [2010] Control of Hand Protheses Using Peripheral Information, S. Micera, J. Carpaneto and S. Raspopović.</li> <li>• [2012] Control of Upper Limb Protheses: Terminology and Proportional Myoelectric Control A Review, A. Fougner, Ø. Stavadahl, P. J. Kyberd, Y. G. Losier and P. A. Parker.</li> <li>• [2015] Michael R Tucker et al., Control strategies for active lower extremity prosthetics and orthotics: a review, JNER 12:1</li> <li>• [2015] A survey of sensor fusion methods in wearable robotics, D. Novak and R. Riener</li> <li>• [2016] Incremental Learning of Muscle Synergies: From Calibration to Interaction, C. Castellini.</li> <li>• [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)</li> <li>• [2020] Jacob Rosen and Peter Walker Ferguson (eds.), Wearable Robotics Systems and Applications, Academic Press Elsevier</li> <li>• [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</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47698	<b>Introduction to Explainable Machine Learning</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Introduction to Explainable Machine Learning (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Simon Bachhuber Dr. Ive Weygers	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Simon Bachhuber Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Dr. Ive Weygers	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• the role of explanations in machine learning (ML)</li> <li>• definitions and terminology in explainable ML</li> <li>• inherent versus post-hoc explainability</li> <li>• prototypes in classification</li> <li>• heat maps and saliency-based approaches</li> <li>• global post-hoc explanations via surrogate models</li> <li>• additive feature attribution methods</li> <li>• local interpretable model-agnostic explanations</li> <li>• explanations via Shapley values</li> <li>• advanced methods from recent literature</li> <li>• plausability, faithfulness, comprehensibility and consistency of explanations</li> </ul> <p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>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.</p>	

		<p>Verstehen</p> <p>Participants will understand the relevance and usefulness of different levels and types of explainability in machine learning.</p> <p>Anwenden</p> <p>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.</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>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.</p> <p>Sozialkompetenz</p> <p>Participants successfully collaborate in small teams, they effectively exchange arguments and self-organize to produce a joint result within a given time frame.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Participants should be familiar with fundamental methods and concepts in machine learning. They should, for example, have completed one of the following courses</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine Learning for Engineers</li> <li>• Maschinelles Lernen für Zeitreihen</li> <li>• Pattern Recognition</li> <li>• Deep Learning</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182</p> <p>Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Molnar. "Interpretable Machine Learning A Guide for Making Black Box Models Explainable <a href="https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/">https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/</a></li> <li>• A. Thampi. "Interpretable AI Building explainable machine learning systems, Manning, <a href="https://www.manning.com/books/interpretable-ai">https://www.manning.com/books/interpretable-ai</a></li> <li>• Samek, W., Montavon, G., Vedaldi, A., Hansen, L.K., Müller, K.-R. (Editors). "Explainable AI: Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning, Springer, 2019.</li> <li>• 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.</li> <li>• Biran, Or, and Courtenay Cotton. "Explanation and justification in machine learning: A survey." In IJCAI-17 Workshop on ExplainableAI (XAI), p. 8. 2017, <a href="http://www.cs.columbia.edu/~orb/papers/xai_survey_paper_2017.pdf">http://www.cs.columbia.edu/~orb/papers/xai_survey_paper_2017.pdf</a>.</li> <li>• Doshi-Velez, Finale, and Been Kim. "Towards a rigorous science of interpretable machine learning." arXiv preprint, 2017, <a href="https://arxiv.org/abs/1702.08608">https://arxiv.org/abs/1702.08608</a>.</li> <li>• R Guidotti, A Monreale, F Turini, D Pedreschi, F Giannotti. "A survey of methods for explaining black box models." arXiv preprint, 2018, <a href="https://arxiv.org/abs/1802.01933">https://arxiv.org/abs/1802.01933</a>.</li> </ul>
----	--------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96030	<b>Medizinelektronik</b> (Medical electronics)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Medizinelektronik - Übung / Medical Electronics Exercises (2 SWS) Vorlesung: Medizinelektronik - Medical Electronics (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Kurin Dr. Jens Kirchner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Jens Kirchner	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The Lecture and exercise deals with the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electronics for medical diagnostics and therapy</li> <li>• Challenges for medical engineering from demographic development and epidemiology of common diseases</li> <li>• Concepts for chronic disease management and elderly care</li> <li>• Regulatory framework of circuit design for medical devices</li> <li>• Circuit design of standard medical equipment ECG, EEG, EMG, SpO2</li> <li>• Sensor principles and circuit design for biosignal acquisition</li> <li>• Analog-digital balance</li> <li>• Energy management for medical devices</li> <li>• Body near energy harvesting</li> <li>• Health data transmission</li> <li>• Electronic systems for ambient assisted living (AAL)</li> <li>• Circuit technology for lab-on-chip and microelectromechanical systems (MEMS)</li> <li>• Circuit technology for implants and wearable systems</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students will gain</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Substantial knowledge on principles of circuit design for medical electronic devices</li> <li>• Substantial knowledge on circuit design for standard medical devices, e.g. ECG, EEG, EMG</li> <li>• Substantial knowledge on design of medical sensors</li> <li>• Substantial knowledge on system design for health assistance systems, wearable medical devices and implants</li> <li>• Ability to analyze circuit diagrams of medical electronic devices</li> <li>• Ability to separate medical electronic devices into their subfunctions</li> <li>• Ability to analyze energy budget of medical devices, particularly wearable systems</li> <li>• Basic ability to design electronic circuits to comply with regulatory requirements</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Completion of the modules "Circuit design" ("Schaltungstechnik") or "Electronics and circuit design" ("Elektronik und Schaltungstechnik") is recommended before attending the course.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20182	

		Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!



1	<b>Modulbezeichnung</b> 47641	<b>Metallische Werkstoffe in der MT</b> (Metallic materials in medical engineering)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vorlesung Metallische Werkstoffe in der Medizin (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Stefan Rosiwal Peter Randelzhofer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl.Prof.Dr. Stefan Rosiwal	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Eigenschaften von Metallen (physikalisch/mechanisch/chemisch)</li> <li>• Das Biosystem Mensch (Zellen/Zelldifferenzierung/Gewebe/Blut/Metalle im Biosystem)</li> <li>• Metallische Werkstoffgruppen für die Medizintechnik (Stahl/Titan/Cobalt-Basis/Nickel/Ni-Ti)</li> <li>• Metallische Implantate (Gelenke/Fixationselemente/Werkzeuge/Instrumente)</li> <li>• Anforderungen an Biomaterialien (Biofunktionalität/Biokompatibilität/in-vitro und in-vivo Testung)</li> <li>• Sonderanwendungen (Amalgan/Spirale/Brille/therapeutische Systeme/diagnostische Systeme/Mikrosystemtechnik)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden:   Fachkompetenz  Evaluieren (Beurteilen) <ul style="list-style-type: none"> <li>•  sind in der Lage, vor dem Hintergrund medizinischer Anwendungsprofile eine Werkstoffauswahl zu treffen. </li> <li>•  können beurteilen, wie sich verschiedene Metalle im Biosystem Mensch verhalten. </li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 2013 M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Wintermantel/Ha: Medizintechnik mit biokompatiblen Werkstoffen und Verfahren

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47617	<b>Rehabilitation and Assistive Robotics</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Rehabilitation and Assistive Robotics (4 SWS) Übung: Rehabilitation Robotics (E) (2 SWS)	5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Claudio Castellini Marek Sierotowicz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Claudio Castellini	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Rehabilitation and Assistive Robotics: motivation, taxonomy, historical background</li> <li>• Prosthetics: upper- and lower limb prosthetics; clinical, mechatronics and societal challenges; machine learning and intent detection applied to prosthetics; signals and sensors.</li> <li>• Exoskeletons and exo-suits: realms of application, mechatronic and ergonomic challenges; intent detection and feedback; clinical acceptance, feasibility and effectiveness.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students who have followed the module</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• have a broad understanding of Rehabilitation and Assistive Robotics, the motivations, problems and challenges</li> <li>• can conceive and design a research project in the related subfield of the subject</li> <li>• have knowledge about the clinical and industrial situation in RAR</li> <li>• can tackle previously unknown problems</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning; mid-level programming (Python, C# or similar); fundamentals of experimental psychology	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• [2002] Control of Multifunctional Prosthetic Hands by Processing the Electromyographic Signal, M. Zecca, S. Micera, M. C. Carrozza and P. Dario.</li> </ul>	

- |  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• [2010] Control of Hand Prostheses Using Peripheral Information, S. Micera, J. Carpaneto and S. Raspopović.</li><li>• [2012] Control of Upper Limb Prostheses: Terminology and Proportional Myoelectric Control A Review, A. Fougner, Ø. Stavadahl, P. J. Kyberd, Y. G. Losier and P. A. Parker.</li><li>• [2015] Michael R Tucker et al., Control strategies for active lower extremity prosthetics and orthotics: a review, JNER 12:1</li><li>• [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)</li><li>• [2020] Jacob Rosen and Peter Walker Ferguson (eds.), Wearable Robotics - Systems and Applications, Academic Press Elsevier</li><li>• [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</li></ul> |
|--|--|

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47683	<b>Scientific writing, reviewing and presenting</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Scientific Writing, Reviewing and Presenting (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Simon Bachhuber Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Dr. Ivo Weygers	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel	
5	<b>Inhalt</b>	<p>This module is concerned with methods and tools for writing scientific papers, reviewing manuscripts and presenting scientific results at conferences. Participants will learn about common procedures and widely accepted standards of scientific practice, they will acquire and further develop skills and expertise that are crucial for successful research work, and they will become familiar with several useful tools for scientific writing, reviewing and presenting. All topics will be presented and discussed openly, and participants will be encouraged to contribute different perspectives and additional aspects. The course work will be largely practical in the sense that all learned concepts are directly applied to selected examples.</p> <p>Topics include, but are not limited to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic principles of scientific practice</li> <li>• How to plan, structure and draft scientific papers</li> <li>• Plots, figures, and graphical excellence</li> <li>• Tools for writing and editing papers</li> <li>• How to write in appropriate language and style</li> <li>• Writing an example mini paper</li> <li>• Understanding the peer review system</li> <li>• How to effectively review scientific manuscripts</li> <li>• Tools for reviewing and evaluating papers</li> <li>• Reviewing an example paper</li> <li>• How to present scientific results in a talk</li> <li>• Why and how convince and explain</li> <li>• Tools for advanced presentation design</li> <li>• Addon: Systematic and efficient literature review</li> <li>• Addon: Cover letters, author's response and rebuttals</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Participants will learn about common procedures and widely accepted standards of scientific practice, they will acquire and further develop skills and expertise that are crucial for successful research work, and they will become familiar with several useful tools for scientific writing, reviewing and presenting.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Participants should have very good command of the English language and should be familiar with common spelling rules. They should have completed at least one scientific project, such as a Bachelor thesis or a similar piece of work.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chris A. Mack (2018) "How to write a good scientific paper", SPIE PRESS, Bellingham, Washington, USA, <a href="https://doi.org/10.1117/3.2317707.sup">https://doi.org/10.1117/3.2317707.sup</a>.</li> <li>• The Chicago Manual of Style. 17th edition. 2017 by The University of Chicago. <a href="https://www.chicagomanualofstyle.org/home.html">https://www.chicagomanualofstyle.org/home.html</a></li> <li>• How to give a great scientific talk. <a href="https://www.nature.com/articles/d41586-018-07780-5">https://www.nature.com/articles/d41586-018-07780-5</a></li> <li>• Scientific presentations: A cheat sheet. <a href="http://blogs.nature.com/naturejobs/2017/01/11/scientific-presentations-a-cheat-sheet/">http://blogs.nature.com/naturejobs/2017/01/11/scientific-presentations-a-cheat-sheet/</a></li> <li>• Creating a 10-15 Minute Scientific Presentation. <a href="https://www.northwestern.edu/climb/resources/oral-communication-skills/creating-a-presentation.html">https://www.northwestern.edu/climb/resources/oral-communication-skills/creating-a-presentation.html</a></li> <li>• Matt Carter (2013), "Designing Science Presentations: A Visual Guide to Figures, Papers, Slides, Posters, and More", ISBN 0123859697.</li> <li>• J. Matthias Starck (2017), "Scientific Peer Review: Guidelines for Informative Peer Review", Springer Spektrum, ISBN 3658199148.</li> <li>• Step by step guide to reviewing a manuscript. <a href="https://authorservices.wiley.com/Reviewers/journal-reviewers/how-to-perform-a-peer-review/step-by-step-guide-to-reviewing-a-manuscript.html">https://authorservices.wiley.com/Reviewers/journal-reviewers/how-to-perform-a-peer-review/step-by-step-guide-to-reviewing-a-manuscript.html</a></li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 57241	<b>Service innovation</b> (Service innovation)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Service Innovation (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Angela Roth Prof. Dr. Kathrin Möslein	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kathrin Möslein Prof. Dr. Angela Roth
5	<b>Inhalt</b>	Services now account for over 80% of all transactions in developed economies, but typically receive much less R&D attention than products. Developing service innovations demands a clear strategy from businesses with four interlocking core elements: search, selection, implementation and evaluation of innovative concepts. If even one of these phases is not been clearly thought through, the entire innovation process is likely to collapse. This course focuses on successful approaches, methods, tools and efforts to develop service innovations.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	The students can: <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn about items, notions, characteristics and special features in innovation management for services, service design methods and cases.</li> <li>• learn to judge and discuss innovation management tasks and alternative solutions with respect to the specialties of services.</li> <li>• experience methods of service design by themselves in interactive lectures, gain a feeling for suitable methods and learn to reflect different effects.</li> <li>• apply their knowledge and competences in solving cases and thereby analyze selected issues of managing, developing and innovating services.</li> <li>• work together in international small work groups, present their results in English, give feedback to other students work and discuss different solution approaches.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic understanding of product and service business processes</li> <li>• General knowledge on management and strategy</li> <li>• Openness to work interactively and in interdisciplinary and international teams</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Präsentation Seminararbeit
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Präsentation (30%) Seminararbeit (70%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Specific literature will be listed in the course



1	<b>Modulbezeichnung</b> 53450	<b>Technology and innovation management</b> (Technology and innovation management)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technology and Innovation Management (V) (2 SWS)  Kolloquium: Technology and Innovation Management - KO (0 SWS)	5 ECTS  -
3	Lehrende	Dr. Christian Baccarella Lukas Maier Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt	
5	<b>Inhalt</b>	Technologien und Innovationen sind die Basis des Erfolgs und Wachstums eines jeden Unternehmens. Dieser Kurs behandelt Theorien, Konzepte und Werkzeuge des Technologie- und Innovationsmanagements. Spezielle Themen sind z.B. ökonomische Entscheidungstatbestände im Technologiemanagement bzw. im disruptiven technologischen Wandel, Erfolgsfaktoren von Innovationen, die Gestaltung von Innovationsprozessen, Timing-Strategien, die Öffnung des Innovationsmanagements nach außen sowie die Innovation ganzer Geschäftsmodelle. Die Themen werden außerdem mit praktischen und aktuellen Schwerpunktthemen verknüpft um so einen Anwendungsbezug darzustellen.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>In diesem Modul lernen die Studierenden ein umfassendes, detailliertes und spezialisiertes Wissen sowie den aktuellen Erkenntnisstand im Bereich des Technologie- und Innovationsmanagements kennen. Nach Abschluss des Moduls können sie die bedeutende Rolle von Technologien und Innovationen als Wettbewerbsvorteil für Industrie- und Dienstleistungsunternehmen einschätzen und bewerten. Dieses Wissen wird durch zahlreiche praktische Beispiele vertieft. Des Weiteren sind die Studierenden dann in der Lage, das Wissen über die Methoden und Konzepte des Technologie- und Innovationsmanagements erfolgreich auf neuartige, konkrete praktische Probleme zu transferieren und diese dort zur Problemstrukturierung und -lösung einzusetzen. Sie können somit Sachverhalte in diesem Bereich einschätzen und hinterfragen.</p> <p>Die erworbenen analytischen und konzeptionellen Fertigkeiten befähigen die Studierende komplexe betriebswirtschaftliche Fragestellungen eigenständig zu bearbeiten und die richtigen Methoden und Strukturierungsansätze zur Bewältigung von Aufgaben im Technologie- und Innovationsmanagement zu finden und erfolgreich anzuwenden.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182	

		Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Ahmed, P.; Shepherd, C.: Innovation Management Context, Strategies, systems and processes, Pearson, Essex, 2010. Voigt, K.-I.: Industrielles Management, 1. Aufl., Berlin u. a., 2008.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 1500	<b>Freie Wahl Uni / Free Choice Uni</b> (Free choice Uni)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 0
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 1999	<b>Masterarbeit (M.Sc. Medizintechnik 20192)</b> (Master's thesis)	<b>30 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 0
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Master of Science Medizintechnik 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich (6 Monate) Präsentation
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich (100%) Präsentation (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Wiederholung der Prüfungen</b>	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
15	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
16	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
17	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!